
ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII° SÉRIE.

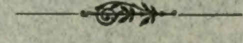
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. Томъ XV. № 6.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE. Volume XV. № 6.

ИЗСЛѢДОВАНІЕ НАДЪ ВЫДѢЛЕНІЕМЪ ВОДНЫХЪ РАСТВОРОВЪ РАСТЕНІЯМИ

В. В. Лепешкина.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 26 ноября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 к. — Prix: 4 Mrk.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIIIe SÉRIE.

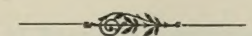
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. | CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Томъ XV. № 6. | Volume XV. № 6.

ИЗСЛѢДОВАНІЕ НАДЪ ВЫДѢЛЕНІЕМЪ ВОДНЫХЪ РАСТВОРОВЪ РАСТЕНІЯМИ

В. В. Лепешкина.



(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 26 ноября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 к. — Prix: 4 Mrk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Февраль 1904 г. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

Типографія Императорской Академіи Наукъ. (Вас. Остр., 9 лин., № 12).

СОДЕРЖАНІЕ.

ЦИТИРОВАННЫЯ СТАТЬИ И СОЧИНЕНІЯ.

Brefeld. Ueber Schimmelpilze. 1881.

Brücke. Annall. d. Phys. u. Chemie. 1844.

Деларю. О выдѣленіи воды наземными частями растеній.

Dutrochet. Memoires. Brüssel. 1837. p. 201.

Edelstein. Zur Kenntniss der Hydathoden an den Blättern der Holzgewächse. Извѣстія Имп. Акад. Наукъ. 1902. Іюнь. Т. XVIII. № 1. p. 59.

Gärtner. Flora. 1842 a, Bd. I.

Godlewski. Zur Theorie d. Wasserbewegung in der Pflanze. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. 1884. Bd. 15.

Goebel. Ueber d. biologische Bedeutung der Blatthöhlen bei Tozzia und Lathraea. Flora. 1897. Bd. 83. H. 3.

Haberlandt I. Das tropische Blatt. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1892. I Abth. p. 792.

II. Botanische Tropenreise. 1893. p. 58.

III. Ueber Wasser secernirende u. absorbirende Organe. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1894. Abth. I. Bd. CIII. p. 489.

IV. Тоже. Sitzungsber. d. K. A. d. W. z. Wien. 1895. II Abth. Bd. CIV. p. 55.

V. Ueber Bau u. Function d. Hydathoden. Berichte d. deutsch. botanisch. Gesellsch. 1894. p. 367.

VI. Physiologishe Pflanzenanatomie. 1896.

VII. Zur Kenntniss der Hydathoden. Jahrb. f. wiss. Bot. 1897. p. 511.

VIII. Anatomisch-physiolog. Untersuchungen u. s. w. Sitzungsber. d. K. A. d. Wiss. zu Wien. 1897. p. 86.

IX. Bemerkungen zur Abhandl. von Otto Spanier... Botan. Zeitg. 1898. № 12.

X. Eine experimentelle Hervorruf. eines neuen Organes bei Conocephalus ovatus. Botanische Untersuch. Schwenderer dargebracht. 1899.

Hofmeister. Flora. 1862.

Лепешкинъ. Къ вопросу о гидатодахъ. Труды СПБ. Общества Естествоисп. Протоколы 1899 г.

Mazé. Annales de l'institut Pasteur, T. 14 p. 350.

Meyen. Neues System der Pflanzenphysiologie. 1838. p. 508.

Meyer, A. Kritische Besprechung von Haberlandt's Bemerkungen u. s. w. Botanische Zeitung. № 16. 1890. p. 241.

Minden, von Max. Beiträge zur anat. u. physiolog. Kenntniss der Wasser secernirend. Organe. Bibliotheca botanica. 1899. H. 46.

Molisch.

Moll. Untersuchungen über Tropfenausscheid. und Injection d. Blätter. Verslagen en Mededeel. d. Konink. Akad. Amsterdam. 1880 (Sonderabdruck). Vorläufige Mitteil. in Bot. Zeitg. 1880. p. 49.

Nestler. I. Untersuch. üb. d. Aussch. v. Wassertropf. an d. Blättern. Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss. zu Wien. Bd. CV. Abth. I. 1896. p. 521.

II. Die Auscheidung v. Wassertropf. an d. Blättern d. Malvaceae u and. Pflanzen. Sitzb. d. R. A. z. Wien. Bd. CVI. I Abth. 1897.

III. Die Secrettropf. an. d. Laubblättern von Phaseolus multiflorus Wild und d. Malvaceen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Berlin. 1899. p. 333.

IV. Zur Kenntniss der Wasserausscheid. an d. Blättern von Phaseol. multiflorus und Boehmeria. Sitzungsb. d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien. Math.-naturwiss. Kl. 108, 1. p. 680—711 или Oester. Bot Ztg. 1900. p. 26—28.

Ostwald. Lehrbuch der allgem. Chemie I Bd. 1891. p. 662.

Pitra. Jahrb. f. wiss. Botanik. 1877. Bd. 11. p. 437.

Pfeffer. I. Physiologische Untersuchungen. 1873.

II. Pflanzenphysiologie. 1897.

III. Osmotische Untersuchungen. 1877.

IV. Zur Kenntniss der Plasmahaut u. d. Vacuolen, Abh. d. math. phys. Cl. d. Kön. säch. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. VI. p. 303.

Rysselberghe, van. Influence de la Température sur la perméabilité du protoplasme etc. Bruxelles. 1901. Bulletins de l'Acad. royale de Belgique (Classe des sciences) n° 31901.

Ray. Histor. plantar. 1686. Bd. I. p. 8.

Rosanoff. Botanische Zeitung. 1869. p. 883.

Sachs. I. Experimentalphysiologie. 1865. p. 207.

II. Lehrbuch d. Botanik. IV. Aufl. 1874. p. 649.

III. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1887. p. 259.

Schmidt. Beobacht. üb. die Ausscheidung v. Flüssigk. aus d. Spitze der Blätter de Arum Colocasia. Linnaea. 6 Bd. 1831. p. 65.

Schmitz. Linnaea. 1843. Bd. 17. p. 472.

Spanjer, Otto. Untersuchungen über d. Wasserapparate d. Gefässpflanzen. Bot. Zeitg. 1898. p. 35.

Tamman. Zeitschrift für Physikalische Chemie. Bd. 9. 1892. p. 99.

Treub. Annal du Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. 2. p. 32.

Volkens. Ueber Wasserausscheidung in liquider Form u. s. w. Diss. Berlin. 1882.

Wieler. Das Bluten der Pflanzen. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen herausgeg. v. F. Cohn. Bd. 6. 1893.

Wilson. The Cause of the Excretion of Water on the Surface of Nectaries. Unters. a. d. botanisch. Instit. zu Tübingen. 1881.

Zopf. Die Pilze. p. 186.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	*Строка.*	*Напечатано:*	*Нужно читать:*
4	2 св.	Глава 1. *а.*	Глава 1.
7	12 сн.	пишетъ (Pfeffer,	пишетъ Pfeffer (
13	рисунокъ	вышеприведенной	нижеприведенной
20	2 св.	табл. I.	табл. I.)
23	3 св.	, же не	же, не
»	15 св.	въ и	и въ
35	13 сн.	чѣмъ концентрація	концентраціи
37	14—13 сн.	надо приписать увеличенію a	зависитъ отъ увеличенія a
42	14 сн.	c_m	c_n
43	1 сн.	c_{n2}	c_n
46	1 сн.	понижаютъ	повышаютъ
49	3 св.	Beizenzorg	Buitenzorg.
62	15 св.	на фигурѣ 2	на изображенной фигурѣ.

ВВЕДЕНІЕ.

Выхожденіе сока изъ пораненныхъ частей растеній принадлежитъ, какъ извѣстно, къ явленіямъ, обратившимъ на себя вниманіе самыхъ первыхъ изслѣдователей жизненныхъ отправленій растенія, посвятившихъ изученію его добрую часть своихъ работъ. Сила, заставляющая воду выходить наружу, должна по мнѣнію первыхъ авторовъ доставляться исключительно корнемъ (Ray, Hales, Hofmeister и др.). Это мнѣніе не подтверждается однако позднѣйшими изслѣдованіями. Выдѣленіе воды съ давленіемъ, какъ показали Pitra, Kraus, Wieler и др., можетъ производиться при извѣстныхъ условіяхъ также и стеблемъ безъ всякаго участія корня. Тотъ же фактъ былъ подтвержденъ въ новѣйшее время Эдельштейномъ, описавшимъ рядъ опытовъ съ выдѣленіемъ воды черезъ устьица срѣзанными вѣтками различныхъ деревьевъ. Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ двигатели односторонняго воднаго тока, находясь внутри или *на всасывающей* поверхности плачущей части растенія, *выталкиваютъ* воду наружу черезъ ея древесину. Въ послѣднія 10 лѣтъ было описано однако нѣсколько случаевъ выдѣленія воды, въ которыхъ двигатели односторонняго воднаго тока помѣщаются *на выдѣляющей* поверхности растенія, *всасывая*, слѣдовательно, воду черезъ древесину послѣдняго. Такими двигателями оказались клѣтки эпидермиса листьевъ и волоски многихъ растеній, а также волосковидныя клѣтки каллюса (Haberlandt, Treub, Nestler, Molisch и др.). Давленіе, съ которымъ выталкивается вода послѣдними, иногда превосходитъ самыя большія, когда-либо наблюдавшіяся корневыя давленія (Molisch).

Механизмъ (причина) активнаго выдѣленія воды при помощи какъ тѣхъ такъ и другихъ двигателей односторонняго воднаго тока остается пока невыясненнымъ. Среди многочисленныхъ гипотезъ, предложенныхъ съ цѣлью объясненія выдѣленія воды ни одна не основана на достаточномъ фактическомъ матеріалѣ. Стремленіе свести причину явленія на осмотическіе процессы, происходящіе въ клѣткахъ, встрѣтило непобѣжденное пока препятствіе въ результатахъ изученія дѣйствія различныхъ внѣшнихъ факторовъ на плачъ (напр. прекращеніе плача въ безкислородной средѣ или подъ дѣйствіемъ хлороформа и т. п.). Безъ удовлетворительнаго объясненія этихъ результатовъ никакая осмотическая гипотеза

активнаго выдѣленія воды не можетъ быть принята. Разрѣшеніе вопроса къ сожалѣнію даже и тогда мало подвинется впередъ, если для объясненія ихъ вмѣстѣ съ Годлевскимъ (Godlewsky, p. 604) совершенно произвольно принять періодическое активное сокращеніе плазматическаго мѣшка выдѣляющихъ клѣтокъ или періодическое дѣйствіе обмѣна веществъ, ведущаго къ колебанію осмотическихъ свойствъ веществъ, растворенныхъ въ клѣточномъ соку.

Указанное состояніе вопроса о механикѣ выдѣленія водныхъ растворовъ растеніями побудило меня заняться экспериментальнымъ изученіемъ этого явленія. Естественно было прежде всего остановиться на изслѣдованіи самыхъ простѣйшихъ случаевъ выдѣленія воднаго раствора, въ которыхъ выдѣляющее растеніе одноклѣтно. Такой простѣйшій случай, описываемый во всѣхъ учебникахъ физіологіи, представляетъ выдѣленіе водныхъ капель у Pilobolus Изученію послѣдняго посвящается поэтому первая, самая главная часть предлагаемой работы.

Убѣдившись въ возможности физико-химическаго объясненія выдѣленія воды у Pilobolus, естественно было обратиться далѣе къ изученію болѣе сложнаго случая выдѣленія воды многоклѣтными растеніями при помощи поверхностныхъ клѣтокъ. Въ этомъ случаѣ въ противоположность выдѣленію при помощи двигателей, расположенныхъ внутри растенія, процессъ выдѣленія доступенъ непосредственному наблюденію, а потому и наиболѣе пригоденъ для изученія. Что же касается самаго сложнаго случая выдѣленія воднаго раствора многоклѣтнымъ растеніемъ съ двигателями, находящимися внутри тканей, то въ этой работѣ находитъ себѣ мѣсто лишь сравненіе результатовъ, полученныхъ прежними изслѣдователями при его изученіи, съ данными моихъ изслѣдованій надъ выдѣленіемъ воды поверхностными клѣтками. Впрочемъ въ недалекомъ будущемъ я не теряю надежды опубликовать и свои уже начатые опыты въ этомъ направленіи.

Желаніе математически оформить необходимость выдѣленія воды изъ клѣтки и растенія заставило меня спеціально заняться теоретическимъ разборомъ выдѣленія воды изъ воображаемаго сосуда съ двумя полупроницаемыми перепонками. Выведенная мною формула для скорости выдѣленія воды нуждается безъ сомнѣнія въ экспериментальной провѣркѣ надъ осадочными перепонками (что и будетъ мною сдѣлано въ недалекомъ будущемъ). Въ виду однако сложности и долговременности производства подобныхъ работъ, я предпочелъ пока ограничиться провѣркой этой формулы на живыхъ объектахъ, насколько это конечно доступно. Полное соотвѣтствіе полученныхъ мною результатовъ съ требованіями формулы можетъ служить, мнѣ кажется, съ одной стороны подтвержденіемъ вѣрности самой формулы, съ другой же стороны доказательствомъ въ пользу принимаемой мною гипотезы относительно причины выдѣленія водныхъ растворовъ растеніемъ.

I. Выдѣленіе водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями.

А. Историческій обзоръ.

Всѣмъ, работавшимъ съ плѣснями, хорошо извѣстенъ фактъ появленія водныхъ капель на воздушныхъ частяхъ ихъ мицелія, въ особенности на ихъ спорангіеносцахъ и конидіеносцахъ. Фактъ этотъ впервые описанъ еще въ срединѣ прошлаго столѣтія Шмицомъ (Schmitz). Однако происхожденіе капель и причина ихъ появленія оставались мало изслѣдованными до послѣднихъ дней.

Брефельдъ (Brefeld), подробно изучавшій ростъ мукоровыхъ, пытается объяснить появленіе капель концентрированіемъ плазмы при спорообразованіи. Какъ можно заключить изъ его разсужденій, въ капляхъ выдавливается повидимому изъ клѣтки избытокъ воды, мѣшающій образованію менѣе богатыхъ водою споръ (H. 4, p. 68 и H. 1 p. 12). Цопфъ (Zopf) въ своемъ учебникѣ высказываетъ мнѣніе, что капли по крайней мѣрѣ у Pilobolus выталкиваются изъ клѣтки осмотическимъ давленіемъ, развивающимся ко времени созрѣванія споръ. Напротивъ того Вильсонъ (Wilson) считаетъ причиной появленія капель у Pilobolus осмотическое притяженіе воды веществами, находящимися на поверхности клѣтки, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто въ нектаріяхъ (p. 15). Къ такому заключенію названный изслѣдователь приходитъ на основаніи своего опыта съ обмываніемъ воздушныхъ частей этого гриба: послѣ обмыванія выдѣленіе воды прекращается. Объясненію Wilson склоненъ повидимому отдать предпочтеніе и Пфefферъ (Pfeffer) въ своей физіологіи, считая во всякомъ случаѣ не доказаннымъ, что капли выдавливаются изъ клѣтки осмотическимъ давленіемъ (II, p. 256).

Приведенными мнѣніями исчерпывается весь литературный матеріалъ относительно выдѣленія водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями. Какъ видимъ, не было даже установлено окончательно происхожденіе капель, несмотря на особенный интересъ, представляемый выдѣленіемъ капельно-жидкой воды въ такомъ простѣйшемъ случаѣ. Болѣе подходящаго случая для изученія механики активной секреціи клѣтокъ трудно себѣ и представить: одна и та же клѣтка всасываетъ и выталкиваетъ воду.

Приступаю къ описанію своихъ наблюденій и опытовъ.

В. Выдѣленіе водныхъ растворовъ у Mucoraceae.

Глава 1. а. Pilobolus.

Внѣшность явленія.

На безцвѣтной растущей верхушкѣ едва показавшагося изъ субстрата желтаго кончика спорогенной нити Pilobolus почти всегда можно видѣть крупную прозрачную каплю. По снятіи капли капиляромъ, она минутъ черезъ 40—50 замѣняется новой. По мѣрѣ роста нити постепенно появляются болѣе мелкія капли и по всему ея протяженію. У нѣкоторыхъ видовъ Pilobolus съ короткими спорангіеносцами (напр. P. Oedipus) выдѣленіе капель по всей высотѣ спорагіеносцевъ начинается однако только послѣ того, какъ круглый спорангій раздулся и отдѣлился перегородкой отъ остальной части нити. Вмѣстѣ съ тѣмъ выдѣленіе воды на вершинѣ прекращается.

Часто вмѣсто прозрачной водной капли на верхушкѣ только что вышедшей изъ клубневиднаго утолщенія спорогенной нити виситъ мутная тягучая капля, которую на первый взглядъ можно принять за смолистое выдѣленіе. Изслѣдованіе однако показываетъ, что дѣло обстоитъ иначе. Въ нитяхъ настолько повышается повидимому осмотическое давленіе, что оболочка клѣтки лопается въ самомъ слабомъ мѣстѣ на растущей вершинѣ, и плазматическій мѣшокъ выдавливается наружу въ видѣ шарообразной капли оранжеваго цвѣта отъ массы капелекъ пигмента (липохрома), вкрапленныхъ въ зернистую плазму. Само собою разумѣется, что лопнувшія нити прекращаютъ ростъ и потомъ отмираютъ.

Что же касается водныхъ капель, появляющихся на спорангіеносцахъ, то какъ уже упоминалось раньше оставалось не выясненнымъ, выдавливаются-ли онѣ осмотическимъ давленіемъ, образуются ли вслѣдствіе перемѣны физическаго и химическаго состоянія плазмы при образованіи споръ или притягиваются осмотически дѣйствующими веществами, находящимися на поверхности клѣтки. Такимъ образомъ моей задачей прежде всего было: выяснить происхожденіе капель. Съ этой цѣлію нужно было обратиться сперва къ болѣе обстоятельному изученію внѣшности явленія.

Всего демонстративнѣе удается наблюдать выдѣленіе водныхъ капель у Pilobolus непосредственно подъ микроскопомъ. Для этого небольшія дерновинки со спорангіеносцами гриба помѣщаются во влажную камеру, покровное стекло которой смазано съ внутренней стороны глицериномъ; выдѣляющіяся капли измѣряются окулярнымъ микрометромъ и снимаются заранѣе пропущенной во влажную камеру капилярной пипеткой подъ микроскопомъ. Новыя капли, какъ оказывается, появляются всегда на тѣхъ же самыхъ мѣстахъ и очень равномѣрно. Такъ капли діаметромъ въ 0,2 mm. вырастаютъ довольно постоянно въ 7—9 минутъ. Въ моихъ опытахъ капли снимались 5—10 разъ и промежутки ихъ появленія оставались для одного и того же мѣста спорангіеносца одинаковыми. Такъ какъ капли сса-

сывались капилярной пипеткой весьма полно, то трудно предположить, что на поверхности клѣтки оставалось столько осмотически дѣйствующаго вещества, чтобы оно могло притянуть изъ клѣтки каплю воды прежнихъ размѣровъ въ тотъ же промежутокъ времени, какъ и вся масса его, унесенная капиляромъ. Съ другой стороны грибъ находился во влажной атмосферѣ, слѣдовательно капли не могли такъ быстро сохнуть, что часть раствореннаго вещества осаждалась и не попадала въ пипетку. Такимъ образомъ внѣшность явленія не давала повода думать, что капли появляются вслѣдствіе осмотическаго вліянія веществъ, находящихся на поверхности клѣтки.

Повтореніе опыта Wilson.

Обратимся теперь однако къ вышеупомянутому опыту Wilson, явно несогласному съ только что приведеннымъ наблюденіемъ. Вполнѣ развитые спорангіеносцы Pilobolus довольно легко ломаются при обмываніи погруженіемъ въ воду, такъ какъ при выниманіи изъ воды почти всегда сгибаются и прилипаютъ къ дерну. Во избѣжаніе послѣдняго въ моихъ опытахъ спорангіеносцы осторожно перекладывались фильтровальной бумагой, которая по вынутіи дерновинки гриба изъ воды вынималась пинцетомъ. Промытые подобнымъ образомъ спорангіеносцы, помѣщенные во влажную атмосферу, продолжали выдѣлять воду какъ и до обмыванія. При этомъ на многихъ изъ нихъ выступающая вода сейчасъ же растекалась по поверхности и дѣлалась совершенно незамѣтной, тогда какъ до промыванія жидкость собиралась въ шарообразныя капли. Очевидно тонкій слой жирныхъ веществъ, покрывавшихъ клѣтки при промываніи былъ отчасти смытъ. На такихъ спорангіеносцахъ жидкость легко обнаруживается однако капилярной пипеткой или лакмусовой бумагой (щелочная реакція). Весьма вѣроятно, что Wilson былъ введенъ въ заблужденіе описаннымъ фактомъ, очевидно предполагая, что и послѣ промыванія вода будетъ вездѣ собираться въ шарообразныя капли. Послѣднее дѣйствительно легко наблюдать, если брать для опыта молодые спорангіеносцы съ только что раздувшимися спорангіями, гдѣ слой жирнаго вещества повидимому не такъ легко смывается. Очень возможно также, что Wilson дѣлалъ свой опытъ съ Pilobolus незадолго до выбрасыванія спорангіеносцами споръ, когда вообще секреція воды очень незначительна и нерѣдко совершенно отсутствуетъ. Какъ бы то ни было, опытъ съ обмываніемъ воздушныхъ частей Pilobolus въ надлежащей постановкѣ приводитъ къ тому же заключенію, какъ и наблюденіе процесса подъ микроскопомъ.

Такимъ образомъ сила, заставляющая воду выдѣляться изъ спорангіеносцевъ, дѣйствуетъ не снаружи, а изнутри клѣтки. Что выдѣляющаяся вода однако не образуется въ плазмѣ во время концентраціи ея при спорообразованіи (мнѣніе Брефельда), видно уже изъ того, что самое сильное выдѣленіе воды происходитъ изъ спорангіеносцевъ и наоборотъ совершенно отсутствуетъ (или очень незначительно) изъ спорангіевъ, т. е. мѣстъ концентраціи плазмы. Всего естественнѣе предположеніе, что силу выдавливающую воду доставляетъ осмотическое давленіе. Если это дѣйствительно имѣетъ мѣсто, то, уничтожая осмотическое давленіе въ клѣткѣ, мы должны тѣмъ самымъ прекратить и выдѣленіе воды изъ спорангіеносцевъ.

Опытъ уничтоженія осмотическаго давленія въ клѣткѣ.

Уничтожить осмотическое давленіе въ спорангіеносцахъ, соприкасающихся лишь своимъ нижнимъ расширеніемъ съ жидкостью субстрата, можно только однимъ способомъ, именно: помѣщая дерновинку гриба на растворъ какой-нибудь безвредной соли, напр. поваренной, изотоническій съ клѣточнымъ сокомъ спорангіеносцевъ. Плазмолизъ послѣднихъ у Pilobolus Kleinii (возраста часовъ 5—6 до выбрасыванія споръ) начинается обыкновенно при содержаніи *NaCl* въ плазмолизирующемъ растворѣ отъ 1,35—1,4%. Первый предѣлъ принятъ для концентраціи изотоническаго раствора. Согласно ожиданію, энергично выдѣлявшіе передъ тѣмъ воду спорангіеносцы Pilobolus Kleinii по перенесеніи на такой растворъ (при этомъ нужно наблюдать, чтобы нижнія расширенія были ниже уровня жидкости) тотчасъ прекращали выдѣленіе капель, послѣ же замѣны соли водой опять возобновляли его съ прежнею энергіей.

Опытъ показываетъ однако, что секреція воды прекращается при перенесеніи гриба на растворы соли и меньшей концентраціи (напр. 1%), а при концентраціи въ 0,3% выдѣленіе капель хотя и продолжается, но идетъ гораздо медленнѣе. Это обстоятельство указываетъ на то, что давленіе въ клѣткѣ должно быть не менѣе извѣстной величины, въ данномъ случаѣ — $2^1/_2$ атм., чтобы вызвать замѣтное выдѣленіе воды. Такимъ образомъ плазматическій мѣшокъ представляетъ фильтраціи клѣточнаго сока извѣстное сопротивленіе, которое должно быть преодолѣно осмотическимъ давленіемъ.

Схема выдѣленія воды на основаніи предыдущаго опыта.

Такъ какъ спорангіеносцы погружены въ жидкость только своими нижними расширеніями, то при посредствѣ только ихъ плазматической перепонки (постѣночнаго слоя плазмы) можетъ развиваться осмотическое давленіе, необходимое для фильтраціи сока черезъ воздушныя части клѣтки. При этомъ вода, нужная для его образованія, берется нижними расширеніями исключительно изъ окружающей среды (жидкости). Послѣ отдѣленія спорогенной клѣтки (будущаго нижняго расширенія спорангіеносцевъ), мицелій не играетъ уже при образованіи спорангіеносцевъ и спорангіевъ никакой роли; заложенную спорогенную клѣтку можно безъ всякаго ущерба для дальнѣйшаго ея роста отрѣзать отъ мицелія: выдѣленіе воды и выбрасываніе споръ остается совершенно одинаково какъ и въ случаѣ, когда грибъ остается на естественномъ субстратѣ, если понятно позаботиться о томъ, чтобы спорогенная клѣтка имѣла въ достаточномъ количествѣ воду (напр. можно помѣстить ее подъ колоколъ на мокрую фильтровальную бумагу).

Такимъ образомъ выдѣленіе воды у Pilobolus намъ представляется слѣдующимъ образомъ. Нижнія расширенія спорангіеносцевъ всасываютъ изъ окружающей среды воду и, смѣшивая ее съ клѣточнымъ сокомъ, фильтруютъ послѣдній черезъ верхнія воздушныя части клѣтки. (Спорангій послѣ отдѣленія отъ спорангіеносца перегородкой, какъ уже было раньше упомянуто, не участвуетъ въ выдѣленіи воды). Позже я намѣренъ подробно разобрать весь механизмъ приведенной схемы, теперь же пока перейду къ болѣе детальному изслѣдованію фильтраціи клѣточнаго сока черезъ плазматическій мѣшокъ и оболочку верхней части клѣтки.

Болѣе детальное изслѣдованіе фильтраціи сока черезъ воздушныя части клѣтки.

Какъ было уже упомянуто выше, капли выдѣляются на спорангіеносцахъ всегда на однѣхъ и тѣхъ же точкахъ клѣтки, причемъ въ различныхъ мѣстахъ выдѣленіе воды идетъ съ неравной энергіей. Такъ напр. мѣстомъ наиболѣе энергичной, хотя и наиболѣе кратковременной (вслѣдствіе образованія спорангія) секреціи является верхушка растущей спорогенной нити. Въ зрѣлыхъ спорангіеносцахъ Pilobolus Kleinii и др. всего лучше выдѣляющими воду оказываются зоны непосредственно подъ и надъ верхнимъ раздутіемъ, характеризуемыя густымъ оранжевымъ цвѣтомъ вслѣдствіе скопленія въ этихъ мѣстахъ плазмы съ вкрапленными зернышками пигмента. Однако часто наиболѣе крупныя капли выдѣляются на участкахъ видимо ничѣмъ не отличающихся отъ остальныхъ частей клѣтки.

Такъ какъ плазматическій мѣшокъ очень плотно прилегаетъ къ клѣточной оболочкѣ, то неравная секреція воды различными участками клѣтки едва ли можетъ зависѣть отъ неоднородности оболочки, скорѣй можно предполагать въ данномъ случаѣ неодинаковую проницаемость различныхъ участковъ постѣночнаго слоя плазмы. Къ сожалѣнію мы не имѣемъ средствъ провѣрить экспериментально высказанное предположеніе. Правда плазмолизъ спорогенныхъ нитей всегда начинается съ вершины, а плазмолизъ раздутыхъ спорангіеносцевъ съ верхней секреціонной зоны, что какъ будто указываетъ на болѣе быстрое проникновеніе раствора черезъ оболочку въ мѣстахъ наибольшей секреціи, но это можетъ обусловливаться также и меньшимъ прилипаніемъ въ этихъ мѣстахъ плазматическаго мѣшка къ оболочкѣ. Условимся въ послѣдующемъ для краткости называть стѣнку клѣтки плюсъ постѣночный слой плазмы, черезъ которые продавливается, какъ было показано, подъ напоромъ осмотическаго давленія клѣточный сокъ, фильтрующей перепонкой и обратимся теперь къ разсмотрѣнію ея физическихъ свойствъ, имѣющихъ рѣшительное вліяніе на ходъ процесса выдѣленія воды.

Пфефферъ, изучая фильтрацію воды черезъ осадочныя перепонки, нашелъ, какъ извѣстно, что количество воды, прошедшей въ единицу времени черезъ перепонку, пропорціонально давленію, подъ которымъ совершается фильтрація. «Es gibt keine Grenze des Filtrationswiderstandes, d. h. jeder Ueberdruck bewirkt Filtration nach der Seite geringeren Widerstandes» пишетъ (Pfeffer, III, p. 71). Осадочная перепонка оказалась такимъ образомъ какъ бы безконечно проницаемой для воды.

Провѣрка данныхъ Пфеффера относительно увеличенія фильтраціи съ увеличеніемъ давленія.

Выше уже было упомянуто, что спорангіеносцы Pilobolus Kleinii не выдѣляютъ сколько-нибудь замѣтнаго количества воды при уменьшеніи давленія внутри клѣтки до $2^1/_2$ атмосферъ. Очень возможно, что фильтрація сока идетъ и при этомъ давленіи, но дѣлается настолько незначительной, что не можетъ быть замѣчена въ теченіе нѣсколькихъ часовъ опыта, даже и при возможно полномъ устраненіи испаренія. Болѣе продолжительное наблюденіе дѣлается въ данномъ случаѣ невозможнымъ, такъ какъ можетъ вести къ ложному выводу. Если съ вечера вырѣзанныя ножницами дерновинки гриба съ вышедшими изъ нижнихъ расширеній спорогенными нитями перенести на 2% растворъ поваренной соли (всего лучше жидкость помѣстить въ большую кристаллизаціонную чашку съ бисеромъ, для того чтобы дерновинки имѣли подпору и прибавка воды, заключенной въ дерновинкахъ, не уменьшила

концентраціи раствора), то на слѣдующій день утромъ развившіеся спорангіеносцы будутъ покрыты множествомъ капель выдѣлившейся изъ клѣтокъ жидкости. Осмотическое давленіе въ молодыхъ спорогенныхъ нитяхъ Pilobolus колеблется между 12,6 и 14 атмосферами (т. е. плазмолизъ начинается при 3,4% и 4% KNO_3); такимъ образомъ послѣ перенесенія на 2% растворъ поваренной соли (соотвѣтствуетъ 12,2 атм.), абсолютное давленіе въ клѣткахъ [1]) падаетъ до 0,4—1,6 атмосферы и выдѣленіе капель (также и ростъ) дѣлается незамѣтнымъ. Съ теченіемъ времени однако протопластъ начинаетъ вопреки ожиданіямъ совершенно непонятнымъ образомъ накоплять внутри клѣтки поваренную соль изъ раствора (что это дѣйствительно такъ, непосредственно показываетъ анализъ клѣточнаго сока). Этимъ достигается такое повышеніе осмотическаго давленія, что черезъ какіе-нибудь 10—12 часовъ послѣ перенесенія дерновинокъ на растворъ соли плазмолизъ клѣтокъ начинается лишь при 5,5% селитры (28,7% сахара). Слѣдовательно абсолютное давленіе въ клѣткѣ увеличивается съ 0,4—1,6 атмосферъ до 19,2—12,2 = 7. Такимъ образомъ дѣлается понятнымъ и обильное выдѣленіе капель спорангіеносцами, выросшими на растворѣ поваренной соли.

Въ виду возможной ошибки вслѣдствіе только что описанной аккоммодаціи гриба къ большей концентраціи раствора, провѣрку данныхъ Пфеффера относительно увеличенія скорости фильтраціи вмѣстѣ съ давленіемъ удобнѣе производить на спорангіеносцахъ съ искусственно увеличеннымъ осмотическимъ давленіемъ, предварительно выдерживая дерновинки гриба на растворѣ поваренной соли. Въ спорангіеносцахъ, накопившихъ за ночь въ клѣточномъ соку хлористый натрій, по перенесеніи дерновинокъ на дестилированную воду развивается давленіе почти въ $2^1/_2$ раза превышающее таковое въ спорангіеносцахъ нормально культивируемаго гриба. Эффектъ, производимый подобнымъ повышеніемъ внутриклѣточнаго давленія, оказывается однако неодинаковымъ для спорангіеносцевъ различнаго возраста. Если опытъ производить надъ спорогенными нитями безъ спорангіевъ, выдѣляющими жидкость еще на вершинѣ, или надъ спорангіеносцами часовъ за 6—8 до выбрасыванія споръ, то по перенесеніи дерновинокъ гриба на дестилированную воду замѣчается усиленное выдѣленіе капель. Такъ если въ теченіе ночи (16 часовъ) на 20 нормально культивируемыхъ спорангіеносцахъ Pilobolus Kleinii при 18° С. выдѣлился объемъ жидкости, измѣряемый 64 (т. е. 4 въ часъ) дѣленіями капилярной пипетки (градуированной столбикомъ подкрашенной воды), то на 10 спорангіеносцахъ, бывшихъ на 2% растворѣ соли, послѣ замѣны соли дестилированной водой выдѣляется 12 дѣленій въ теченіе часа. При этомъ никакого увеличенія объема клѣтки не замѣчается; слѣдовательно вся усиленно подводимая нижнимъ расширеніемъ вода успѣваетъ отфильтровываться наружу. Къ иному результату приводитъ опытъ со зрѣлыми спорангіеносцами (напр. за 1—2 часа до выбрасыванія споръ). По перенесеніи на дестилированную воду секреція видимо не ускоряется. Послѣ-же 1—

---

1) Условимся осмотическимъ давленіемъ называть давленіе, обнаруживаемое плазмолизомъ, абсолютнымъ-же давленіемъ — давленіе, дѣйствительно существующее въ клѣткѣ въ данный моментъ.

5 минутнаго пребыванія на дестиллированной водѣ спорангіеносцы лопаются продольной щелью въ верхнемъ расширеніи или въ columella, а содержимое клѣтокъ съ трескомъ выбрасывается вонъ, увлекая въ послѣднемъ случаѣ разумѣется и спорангій со спорами. Такимъ образомъ усиленно подводимая нижнимъ расширеніемъ спорангіеносцевъ вода, очевидно вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей перепонки ко времени полной зрѣлости гриба, не успѣваетъ выходить наружу и, накопляясь въ клѣткѣ, создаетъ давленіе достаточное для разрыва оболочки въ мѣстѣ ея наименьшаго сопротивленія. Тотъ же процессъ очень вѣроятно имѣетъ мѣсто у Pilobolus и при нормальномъ выбрасываніи споръ, сопровождаемомъ всегда предварительнымъ паденіемъ или прекращеніемъ секреціи, но для этого понятно требуется бо́льшее время, такъ какъ нижнее расширеніе доставляетъ воду въ этомъ случаѣ гораздо медленнѣе [1]).

Въ томъ, что параллельно съ созрѣваніемъ спорангіеносцевъ дѣйствительно понижается проницаемость ихъ фильтрующей перепонки и именно плазматической части ея, можно убѣдиться, пользуясь опредѣленіемъ скорости плазмолиза и обратнаго возстановленія тургора клѣтки въ дестиллированной водѣ. Плазмолизъ производился въ моихъ опытахъ 20,4% растворомъ тростниковаго сахара, къ которому прибавлялось для приданія окраски нѣсколько капель экстракта Orseille. Сначала измѣрялось обыкновенно время, прошедшее до момента образованія опредѣленной фигуры плазмолиза, которая зарисовывалась при помощи рисовальной призмы, послѣ чего сахаръ замѣнялся водой и наблюдалось время, нужное для полнаго возстановленія тургора. Какъ и слѣдовало ожидать, опредѣленная фигура плазмолиза спорангіеносцевъ, возраста 7—8 часовъ до выбрасыванія споръ, получалась гораздо скорѣй, чѣмъ такая же фигура при плазмолизѣ спорангіеносцевъ за 1—2 часа до лопанія columella. Именно въ первомъ случаѣ черезъ 12 минутъ, во второмъ черезъ 40 и болѣе. Обратное возстановленіе тургора: 10 и 35 минутъ.

Такимъ образомъ различіе результатовъ опытовъ съ молодыми и зрѣлыми спорангіеносцами нужно искать дѣйствительно въ неодинаковой проницаемости ихъ фильтрующей перепонки и именно плазматической части ея. Здѣсь слѣдовательно впервые мы встрѣчаемся со свойствами, характеризующими живую перепонку. Измѣненія структуры гіалоплазмы, тѣсно связанныя съ жизнедѣятельностью клѣтки, могутъ повести, какъ мы видѣли, къ быстрому паденію ея проницаемости. Ничего подобнаго никогда не наблюдалось для осадочныхъ перепонокъ, гдѣ трудно и допустить какое-нибудь быстрое измѣненіе проницаемости безъ рѣзкой перемѣны внѣшнихъ условій.

Итакъ, только опытамъ съ молодыми спорангіеносцами можно придавать дѣйствительное значеніе. Эти опыты, какъ мы видѣли, показываютъ, что съ увеличеніемъ давленія

1) Такимъ образомъ не разбуханіе нижней части стѣнки спорангія, какъ это теперь принимается (Zopf, Brefeld), обусловливаетъ прорываніе Columella, а пониженіе проницаемости фильтрующей перепонки. Дѣйствительно можно очень легко снять спорангій, нижняя часть котораго разбухла, со спорангіеносцевъ, не вызвавъ этимъ лопаніе клѣтки. Только тогда, когда внутреннее давленіе, вслѣдствіе пониженія или даже прекращенія отвода воды, достигаетъ предѣльной величины, происходитъ прорываніе Columella, какъ наиболѣе слабаго мѣста оболочки.

внутри клѣтки скорость выдѣленія воды увеличивается; такимъ образомъ скорость фильтраціи черезъ фильтрующую перепонку Pilobolus, подобно скорости фильтраціи черезъ осадочную перепонку, увеличивается съ увеличеніемъ давленія, подъ которымъ она совершается.

Проницаемость фильтрующей перепонки Pilobolus для растворенныхъ веществъ.

Обратимся теперь къ изученію проницаемости фильтрующей перепонки для веществъ растворенныхъ въ проходящей черезъ нее водѣ. Какъ извѣстно, еще Пфefferъ (Pfeffer, III, p. 48) нашелъ, что растворенныя въ водѣ соли могутъ проникать черезъ осадочныя перепонки, діосмируя въ сторону меньшаго осмотическаго давленія; весьма естественно поэтому думать, что и при фильтраціи сока черезъ живую перепонку, приравниваемую обыкновенно осадочнымъ, вмѣстѣ съ водой уносятся и растворенныя въ ней вещества. Дѣйствительно капля выдѣленной жидкости оставляетъ послѣ испаренія кристаллическій остатокъ. Большой интересъ представляло изслѣдовать, насколько сильно задерживаетъ фильтрующая перепонка спорангіеносцевъ вещества, растворенныя въ проходящей черезъ нее водѣ. Для этого нужно было обратиться къ сравненію анализовъ клѣточнаго сока и жидкости, выдѣляемой спорангіеносцами.

Чтобы получить клѣточный сокъ, я поступалъ слѣдующимъ образомъ. Изъ срѣзанныхъ ножницами спорангіеносцевъ Pilobolus выжималась мутная жидкость, и опредѣленный вѣсъ ея (8,4387 гр.) выпаривался до-суха при 40°; затѣмъ остатокъ обрабатывался водой и жидкость отфильтровывалась отъ нерастворившихся частей; полученный такимъ образомъ совершенно прозрачный растворъ имѣетъ свѣтло-бурый цвѣтъ и слабо-щелочную реакцію.

Изслѣдованіе показываетъ, что въ мутной жидкости, выжатой изъ спорангіеносцевъ, содержится 1,2% нерастворимыхъ и 2,9% растворимыхъ твердыхъ веществъ. Анализъ послѣднихъ привелъ къ слѣдующему ихъ составу:

Органическихъ веществъ (составъ не опредѣленъ, углеводы отсутствуютъ) . . .	34,8%
» щелочей (главнымъ образомъ окиси калія)	20,5
» щелочныхъ земель слѣды окисей аллюминія и желѣза (послѣдняго незначительное количество)	19,3
сѣрной кислоты (SO_3)	1,5
фосфорной кислоты (P_2O_5)	14,5
хлора	4,2
азотной кислоты мало (не опредѣлялась)	—
угольной кислоты (CO_2)	1,4
кремнекислоты (SiO_2)	0,2
Сумма . . .	96,4%

Перехожу къ описанію жидкости, выдѣляемой спорангіеносцами. Растворъ имѣетъ слабо-щелочную реакцію, прозраченъ и совершенно безцвѣтенъ. Щелочная реакція зависитъ и здѣсь, подобно реакціи клѣточнаго сока, отъ присутствія углекислыхъ щелочей. Анализъ показываетъ, что жидкость содержитъ 0,6% растворенныхъ твердыхъ веществъ,

что представляетъ однако среднюю концентрацію, такъ какъ анализировалась жидкость, выдѣленная въ теченіе всего періода роста спорангіеносцевъ. Въ противоположность клѣточному соку въ жидкости не содержится органическихъ соединеній. Составъ минеральныхъ соединеній вполнѣ соотвѣтствуетъ таковому клѣточнаго сока, не исключая окиси аллюминія и кремнезема. Такимъ образомъ, фильтрующей перепонкой были задержаны цѣликомъ только органическія вещества, частицы которыхъ имѣютъ вѣроятно очень большой объемъ и сложное строеніе. Съ другой стороны только часть минеральныхъ соединеній проходитъ черезъ перепонку.

Вслѣдствіе вымыванія солей изъ клѣтокъ, концентрація клѣточнаго сока естественно должна падать. Она падаетъ также и вслѣдствіе роста спорангіеносцевъ, такъ какъ увеличеніе ихъ объема происходитъ всецѣло на счетъ воды, доставляемой нижнимъ расширеніемъ, количество же осмотическихъ соединеній прибываетъ незначительно. Дѣйствительно плазмолизъ молодыхъ спорогенныхъ нитей Pilobolus Kleinii напр. начинается въ среднемъ при содержаніи 3,7% селитры въ плазмолизирующемъ растворѣ, плазмолизъ же зрѣлыхъ спорангіеносцевъ при 2,3%. Если принять, что концентрація клѣточнаго сока падаетъ равномѣрно, то среднее содержаніе въ немъ твердыхъ веществъ за весь періодъ роста будетъ $= \frac{3.2,9}{2,3} = 3,8\%$, а среднее содержаніе неорганическихъ веществъ — 2,4%. Такимъ образомъ только $^1/_4$ часть всѣхъ неорганическихъ веществъ проходитъ черезъ фильтрующую перепонку спорангіеносцевъ.

Къ сожалѣнію проницаемость осадочныхъ перепонокъ для растворенныхъ веществъ при фильтраціи водныхъ растворовъ подъ давленіемъ еще совершенно не изучена, и поэтому нельзя провести желательной параллели въ этомъ отношеніи между живой протоплазматической оболочкой и мертвой полупроницаемой перепонкой.

Въ слѣдующей главѣ выяснятся свойства фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ Pilobolus, отличающія ее отъ осадочныхъ перепонокъ.

Гл. 2. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus.

Въ выясненіи механизма различныхъ отправленій растительнаго организма оказало незамѣнимыя услуги изученіе ихъ при различныхъ измѣненіяхъ во внѣшнихъ условіяхъ. Поэтому мнѣ представлялось весьма важнымъ для уясненія механизма выдѣленія водныхъ капель у Pilobolus изучить вліяніе на него различныхъ внѣшнихъ факторовъ. Въ особенности представлялся интереснымъ вопросъ: будетъ-ли плазматическая оболочка реагировать на внѣшнія воздѣйствія подобно мертвой полупроницаемой перепонкѣ, или же внесетъ въ реакцію свой специфическій элементъ, обусловливаемый ея живой структурой, безъ сомнѣнія сильно отличающейся отъ структуры осадочныхъ перепонокъ изъ берлинской лазури или желѣзисто-синеродистой мѣди, къ которымъ обыкновенно ее приравниваютъ.

Чтобы имѣть болѣе опредѣленныя, годныя для сравненія данныя о ходѣ секреціи,

пришлось въ описанныхъ ниже опытахъ главнымъ образомъ обращать вниманіе на энергію выдѣленія воды. Лишь въ немногихъ случаяхъ, гдѣ это было возможно, дѣлались анализы выдѣляющагося раствора. Капли собирались обыкновенно градуированной капилярной пипеткой (всегда одной и той же для возможности сравненія), одно дѣленіе которой было приблизительно равно 0,03 c. mm. Объемъ жидкости, выдѣленной 10-ю спорангіеносцами въ теченіе часа, выраженной въ дѣленіяхъ такой пипетки, будемъ для краткости называть энергіей выдѣленія воды.

Влажность необходима.

a) *Вліяніе атмосферной влажности.* Выдѣленіе капель идетъ у Pilobolus только когда въ окружающей спорангіеносцы атмосферѣ достаточно влажности. Въ сухомъ воздухѣ лабораторіи какъ выдѣленіе воды, такъ и ростъ совершенно прекращаются, несмотря на избытокъ воды, доставляемой нижнимъ расширеніемъ спорангіеносцевъ. Выросшіе спорангіеносцы по перенесеніи въ сухой лабораторный воздухъ начинаютъ высыхать и дѣлаются наконецъ настолько вялыми, что падаютъ и погибаютъ. Относительная влажность должна быть въ окружающемъ воздухѣ не менѣе 90, чтобы выдѣленіе капель дѣлалось замѣтнымъ. Очевидно потеря воды испареніемъ съ поверхности спорангіеносцевъ не можетъ быть покрыта количествомъ воды, доставляемымъ нижнимъ расширеніемъ. Выдѣленіе воды и ростъ становятся лишь тогда замѣтными, когда количество поступающей въ клѣтку воды начинаетъ превышать количество, теряющееся черезъ испареніе.

Температура сильно повышаетъ энергію выдѣленія воды.

b) *Вліяніе температуры.* Повышеніе температуры, какъ показалъ еще Pfeffer, очень незначительно измѣняетъ величину осмотическаго давленія, быстро увеличивая однакоже скорость проникновенія воды черезъ осадочную перепонку. Въ новѣйшее время Van-Rysselberghe показалъ, что зависимость скорости проникновенія воды и растворенныхъ въ ней кристаллоидовъ черезъ протоплазматическій мѣшокъ отъ температуры при плазмолизѣ сходна съ таковой для осадочной перепонки (p. 217—219). Осмотическое же давленіе въ клѣткѣ измѣняется подъ вліяніемъ температуры лишь настолько, насколько того требуетъ законъ Вантъ-Гофа (p. 218). Если выдѣленіе водныхъ капель у Pilobolus зависитъ только отъ осмотическаго давленія, господствующаго въ клѣткѣ, съ одной стороны и легкой проницаемости фильтрующей оболочки воздушныхъ частей спорангіеносцевъ съ другой, то, принимая во вниманіе только что приведенныя литературныя указанія, нужно ждать усиленіе секреціи воды съ увеличеніемъ температуры (осмотическое давленіе мало измѣняется, скорость фильтраціи и всасыванія увеличивается). Послѣднее дѣйствительно находитъ себѣ подтвержденіе въ опытѣ. Изъ приведенной ниже таблицы (стр. 14) энергій выдѣленія воды при различныхъ температурахъ видно, что скорость выдѣленія капель быстро растетъ съ возвышеніемъ температуры. Такъ при 3° C. въ теченіе 28 часовъ выдѣляется столько же жидкости, сколько при 18° C. выдѣляется въ 4 часа. При 35° C. выдѣленіе жидкости дѣлается болѣе чѣмъ въ 2 раза сильнѣе, чѣмъ при 18° C.

Неодинаковое дѣйствіе температуры на различныя части спорангіеносцевъ.

При возвышеніи температуры проницаемости фильтрующей и всасывающей перепонокъ спорангіеносцевъ для клѣточнаго сока увеличиваются однако повидимому не одинаково, а именно проницаемость фильтрующей перепонки растетъ съ температурой быстрѣе.

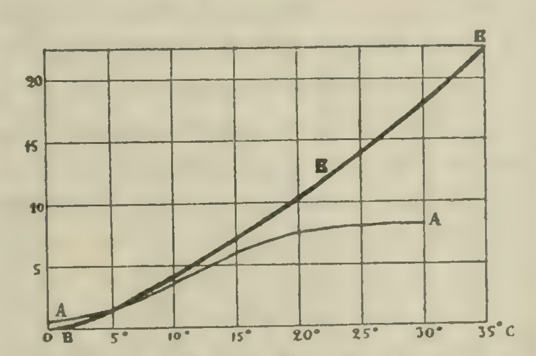
По крайней мѣрѣ это видно изъ того факта, что при нѣкоторой температурѣ (30—35°) выдѣленіе воды изъ клѣтки дѣлается болѣе поступленія ея въ спорангіеносцы, что обнаруживается въ уменьшеніи объема клѣтокъ и замедленіи или даже совершенномъ прекращеніи лопанія columella и выбрасыванія споръ. При этомъ жидкость, выдѣляемая при высокихъ температурахъ, содержитъ въ растворѣ всегда больше растворенныхъ веществъ, слѣдовательно проницаемость фильтрующей оболочки повышается съ температурой также и для нихъ, что ведетъ очевидно къ разжиженію клѣточнаго сока и понижая осмотическое давленіе въ клѣткѣ, усиляетъ эффектъ, производимый неравнымъ отношеніемъ къ температурѣ фильтрующей и всасывающей перепонокъ.

Очень возможно, что къ описанному вліянію проницаемости перепонокъ на время выбрасыванія споръ присоединяется еще и вліяніе неодинаковой скорости созрѣванія спорангіеносцевъ при различныхъ температурахъ, т. е. времени наступленія уже ранѣе описаннаго пониженія проницаемости фильтрующей перепонки вслѣдствіе внутреннихъ перегруппировокъ въ протоплазмѣ, связанныхъ съ ростомъ гриба. Вліянію именно этого фактора нужно повидимому приписать данныя относительно выбрасыванія споръ въ опытахъ 8—10. (См. табл. I, на стр. 14).

Кривыя вліянія температуры на энергію выдѣленія воды и проницаемость плазматической оболочки.

Изъ таблицы I видно, что энергія секреціи увеличивается почти пропорціонально температурѣ и кривая зависимости, построенная по даннымъ таблицы, нѣсколько отличается отъ найденной Rysselberghe'омъ для плазмолиза. Въ опытахъ названнаго автора плазмолизъ и «деплазмолизъ» идутъ еще довольно хорошо при 0°, тогда какъ выдѣленіе воды у Pilobolus дѣлается совершенно незамѣтнымъ при этой температурѣ. Причина такого различія заключается вѣроятно въ разномъ отношеніи къ низкой температурѣ плазматической оболочки Pilobolus и растеній, изслѣдованныхъ Rysselberghe'омъ.

Для большей наглядности привожу кривую Rysselbergh'а вмѣстѣ съ кривой, построенной на основаніи табл. I, гдѣ за абсциссы приняты температура, за ординаты энергіи секреціи.



AA — кривая, найденная Rysselberghe'омъ для скорости плазмолиза при различныхъ температурахъ (р. 190, 20). *BB* — кривая энергій секреціи при различныхъ температурахъ, построенная по вышеприведенной таблицѣ (энергія секреціи при 3,5° принята за единицу).

Разсматривая кривыя, видимъ, что увеличеніе проницаемости въ опытахъ Risselberghe'а идетъ сначала медленно до 5° С., потомъ быстро до 20° С. и далѣе опять медленно. Въ кривой энергіи секреціи Pilobolus такихъ переломовъ совершенно не видно: зависимость почти прямолинейна. Раньше было уже упомянуто, что проницаемость фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ повидимому увеличивается съ температурой быстрѣе проницаемости всасывающей оболочки. Слѣдовательно энергія выдѣленія воды, начиная съ нѣкоторой температуры, главнымъ образомъ

ТАБЛИЦА I.

Дерновинки Pilobolus Kleinnii съ обсушенными пропускной бумагой спорангіеносцами одного возраста помѣщались по возможности одновременно на мокрую бумагу въ почти насыщенную парами воды атмосферу при различныхъ температурахъ (глубокая чашка, небольшой колоколъ съ мокрой бумагой на стѣнкахъ). При собираніи выдѣленныхъ капель воды, продолжавшемся не болѣе 1—2 минуты, для избѣжанія испаренія колоколъ лишь незначительно приподнимался. Опыты производились въ началѣ марта.

№№ опытовъ.	Темпера-тура.	Время, въ теченіе котораго происходило выдѣленіе собранной воды.	Часы.	Количество взятыхъ спорангіен.	Количество выдѣленной жидкости въ дѣл. капилярной пипетки.	Энергія выдѣленія воды.	ПРИМѢЧАНІЯ.
1	0°	2 недѣли.	—	36	0	0	При этой температурѣ ростъ гриба не идетъ дальше образованія спорогенныхъ нитей. Раздутіе спорангіеносцевъ не наблюдалось ни разу.
2	3—4° С.	Съ $11^{ч}25^{м}$ у. до $3^{ч}$ слѣд. дня.	$27^{1}/_{2}$	44	18	0,2	
3	18° С.	$5^{ч}$ в. до $9^{ч}$ у. слѣд. дня .	16	28	90	1,9 } Среднее: 1,9	
4	»	$9^{ч}40^{м}$ у. до $12^{ч}50^{м}$ дня .	3,15	35	21	2	
5	»	$12^{ч}50^{м}$ до $3^{ч}30^{м}$ дня . . .	2,6	35	19	2,1	
6	»	$9^{ч}$ веч. — $10^{ч}$ у. сл. дня .	13	24	58	1,8	
7	»	$10^{ч}$ у. — $1^{ч}$ дня	3	31	19	2	
8	25° С.	$6^{ч}$ в. до $10^{ч}$ слѣд. дня. .	16	38	170	2,8 } Средн.: 2,8	Выбрасываніе споръ наступаетъ въ среднемъ часа на 4 скорѣй.
9	»	$10^{ч}$ у. — $1^{ч}$ дня	3	35	27	2,6	
10	»	$6^{ч}$ в. до $10^{ч}$ слѣд. дня. .	16	24	112	3,0	
11	30° С.	$10^{ч}$ у. до $1^{ч}$ дня.	3	32	33	3,5 } Средн.: 3,6	Выбрасываніе споръ замедляется сравнительно съ таков. при 18° С. почти на часъ (въ среднемъ).
12	»	$10^{ч}15^{м}$ — $2^{ч}$ дня.	3,75	26	33	3,4	
13	»	$11^{ч}15^{м}$ — $2^{ч}$ дня.	2,75	30	32	3,9	
14	35° С.	$8^{ч}30^{м}$ у. — $10^{ч}$ у. . . .	1,5	35	24	4,6 } Средн.: 4,5	Выбрасываніе споръ совершенно не происходитъ; послѣ долгаго пребыванія спорангіеносцевъ при этой температурѣ клѣтки теряютъ окончательно свой тургоръ и сгибаются. Большинство спорогенныхъ нитей не раздуваются.
15	»	$11^{ч}20^{м}$ у. — $12^{ч}50^{м}$ дня. .	1,5	28	17	4	
16	»	$12^{ч}$ — $1^{ч}$ дня	1	36	18	5	
		Спорангіеносцы изъ опыта 16 послѣ дѣйствія 35°С. перенесены въ 18°С.					
17	18° С.	$1^{ч}10^{м}$ — $3^{ч}$ дня.	2,8	36	5	0,5	Выбрасываніе споръ происходитъ хотя и съ нѣкоторымъ запозданіемъ.

выражаетъ энергію фильтраціи клѣточнаго сока, и быстрое поднятіе кривой нужно приписать такимъ образомъ болѣе сильному повышенію проницаемости фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ. Причину послѣдняго вѣроятно нужно искать въ неодинаковомъ строеніи плазматической оболочки въ воздушной и погруженной въ субстратъ частяхъ клѣтки, такъ какъ неодинаковое отношеніе къ перемѣнѣ температуры скоростей фильтраціи подъ давленіемъ и проникновенія при осмозѣ едва-ли можно предполагать (Pfeffer, III, p. 87).

c) *Вліяніе кислорода воздуха.* Изслѣдованіями Wieler'a, какъ извѣстно, былъ установленъ фактъ постепеннаго прекращенія плача въ безкислородной средѣ. Такъ какъ въ выдѣленіи водныхъ капель у Pilobolus можно видѣть простѣйшій случай плача, то естественно было ждать прекращенія секреціи воды въ безкислородной атмосферѣ и у Pilobolus. Однако результатъ моихъ опытовъ не подтвердилъ это предположеніе. Кислородное дыханіе не нужно для выдѣленія воды.

Пробирная трубка съ дерновинкой гриба соединялась двумя трубками съ сильнымъ водянымъ насосомъ и съ газометромъ, наполненнымъ чистѣйшимъ азотомъ. Поперемѣнно выкачивая газъ изъ трубки и вновь наполняя ее азотомъ разъ 8, можно было достичь очень полнаго удаленія кислорода изъ атмосферы, окружающей грибъ, гораздо болѣе полнаго, чѣмъ это было въ опытахъ Wieler'a, который вытѣснялъ воздухъ изъ трубки водородомъ (p. 64), постепенно припуская послѣдній въ трубку сверху. Однако, несмотря на такое тщательное удаленіе кислорода, выдѣленіе воды на спорангіеносцахъ Pilobolus продолжалось съ той же энергіей какъ въ воздухѣ.

Если съ вечера только-что вышедшія изъ нижняго расширенія спорогенныя нити помѣщались въ безкислородную среду, то на слѣдующее утро можно было подмѣтить видимую разницу сравнительно съ контрольными, остававшимися въ воздухѣ грибами, только въ слабой пигментаціи спорангіевъ и замедленномъ созрѣваніи споръ. Ростъ спорангіеносцевъ и выдѣленіе воды напротивъ того протекали совершенно нормально въ безкислородной средѣ. Величина спорангіеносцевъ и діаметръ верхнихъ ихъ расширеній были такими-же какъ у грибовъ, находившихся въ воздухѣ. Такимъ образомъ кислородное дыханіе оказалось не необходимымъ для растяженія плазматической оболочки подъ напоромъ воды, доставляемой нижними расширеніями, и роста клѣточной оболочки. Такъ какъ клѣточное давленіе поднималось до нормальной высоты и проницаемость фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ не понижалась въ безкислородной средѣ, то не было основанія прекратиться и выдѣленію воды спорангіеносцами: оно продолжалось съ той же энергіей какъ и въ кислородѣ. Ростъ и выдѣленіе воды находятся въ равной зависимости отъ кислороднаго дыханія.

Причину различія полученнаго результата съ результатомъ изслѣдованія Wieler'a нужно искать вѣроятно, какъ то будетъ показано при разборѣ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ, въ различіи продуктовъ интромолекулярнаго дыханія у Pilobolus и высшихъ растеній.

d) *Вліяніе анестезирующихъ веществъ.* Въ опытахъ Wieler'a плачъ прекращался по перенесеніи корня въ хлороформную воду. Большой интересъ поэтому представляло изслѣдовать дѣйствіе анестезирующихъ веществъ на секрецію у Pilobolus. Предварительные опыты показали, что для полученія успѣшнаго результата необходимо очень медленно уве- Наркозъ прекращаетъ выдѣленіе воды.

личивать содержаніе анестезирующаго вещества въ окружающей спорангіеносцы средѣ. Всего удобнѣе этого достигнуть, помѣщая на стѣнку колокола, покрывающаго дерновинку гриба, каплю анестезирующей жидкости опредѣленнаго объема. При этомъ для испытанія дѣйствія хлороформа первая капля должна быть взята съ такимъ расчетомъ, чтобы послѣ испаренія жидкости содержаніе анестезирующихъ паровъ въ воздухѣ подъ колоколомъ было не болѣе 0,01 gr. въ 100 c.c.: новыя капли прибавляются затѣмъ черезъ 2—3 минуты до содержанія хлороформа около 0,1 gr. въ 100 c.c. воздуха. Эфиромъ нужно дѣйствовать то же очень осторожно; содержаніе его въ атмосферѣ должно быть однако нѣсколько больше чѣмъ хлороформа для произведенія такого же эффекта.

Если постепенность увеличенія дозъ анестезирующихъ паровъ соблюдена, то выдѣленіе капель на спорангіеносцахъ Pilobolus очень скоро прекращается, по перенесеніи же гриба обратно въ чистый воздухъ опять возобновляется, черезъ болѣе или менѣе продолжительное время.

Такимъ образомъ дѣйствіе анестезирующихъ веществъ на выдѣленіе воды у Pilobolus оказалось тождественнымъ съ вліяніемъ ихъ на плачъ высшихъ растеній. Въ чемъ же однако можетъ заключаться причина такого вліянія? Если выдѣленіе капель у Pilobolus есть чисто физическое явленіе фильтраціи клѣточнаго сока подъ напоромъ осмотическаго давленія, то депремирующее вліяніе хлороформа и эфира казалось не должно бы имѣть мѣсто, такъ какъ послѣдніе не измѣняютъ осмотическихъ свойствъ полупроницаемыхъ перепонокъ (осадочныхъ). Такимъ образомъ можетъ явиться предположеніе, что мы въ процессѣ выдѣленія воды у Pilobolus (resp. высшихъ растеній) имѣемъ примѣръ физіологическаго явленія, гдѣ большую, а можетъ быть даже главную роль играетъ дѣятельность живой протоплазмы. Однако дѣйствіе эфира и хлороформа можно объяснить и другимъ путемъ, допустивъ, что структура плазматической оболочки (гіалоплазмы) измѣняется наркозомъ такимъ образомъ, что проницаемость ея для воды и растворенныхъ въ ней веществъ понижается. Слѣдствіемъ такого пониженія неизбѣжно должно явиться замедленіе или прекращеніе выдѣленія воды. Такъ какъ нижнее расширеніе спорангіеносцевъ и въ наркозѣ продолжаетъ подавать воду попрежнему или даже нѣсколько энергичнѣе, въ виду повышенія осмотической силы плазматической перепонки, то нужно ждать преждевременнаго наступленія выбрасыванія споръ, происходящаго, какъ было показано выше, и нормально вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ.

Объясненіе дѣйствія наркоза.

Для провѣрки высказаннаго предположенія обратимся опять къ наблюденію времени, необходимаго для наступленія опредѣленной фигуры плазмолиза, подобно тому какъ это было уже описано на стр. 9. Изслѣдованіе показываетъ, что осмотическое давленіе въ теченіе непродолжительнаго времени наркотизаціи не успѣваетъ замѣтно увеличиться, такъ что можно пользоваться однимъ и тѣмъ же растворомъ сахара какъ для плазмолиза спорангіеносцевъ, еще не подвергавшихся дѣйствію паровъ эфира и хлороформа, такъ и для спорангіеносцевъ, уже подвергавшихся ихъ дѣйствію.

Привожу нѣсколько опытовъ.

Pilobolus Kleinii. Плазмолизъ производился 20,4% растворомъ тростниковаго сахара (т. е. содержащимъ въ 100 с.с. 20,4 гр. сахара). Желаемая фигура плазмолиза зарисовывалась рисовальной призмой. Для всѣхъ опытовъ предѣльная фигура плазмолиза выбрана одна и та же. Температура 18° С. Между 8 и 9 ч. утра. Наблюденіе скорости плазмолиза.

1. 12 спорангіеносцевъ, не подвергавшихся наркозу, даютъ въ среднемъ означенную фигуру плазм. въ 13 минутъ.

2. 12 спорангіеносцевъ того же возраста, подвергавшихся наркозу хлороформомъ (въ теченіе 15 минутъ), даютъ ту же фигуру плазмолиза въ среднемъ въ 42 минуты.

3. 14 спорангіеносцевъ того же возраста, подвергавшихся наркозу эфиромъ въ теченіе 20 минутъ, даютъ ту же фигуру плазм. черезъ 35 мин.

Такимъ образомъ проницаемость фильтрующей оболочки спорангіеносцевъ понижается почти въ 3 раза подъ вліяніемъ наркоза. Теперь обратимся къ наблюденію надъ временемъ выбрасыванія споръ. Наблюденіе надъ временемъ выбрасыванія споръ.

Pilobolus Kleinii. Одновременно, въ 9 ч. 15 м. утра, т. е. за 5—7 часовъ до выбрасыванія споръ (опытъ производился въ февралѣ) нѣсколько дерновинокъ гриба помѣщены подъ небольшіе колокола съ мокрой бумагой. Подъ нѣкоторые изъ колоколовъ введены постепенно эфиръ и хлороформъ. Въ общей сложности 70 спорангіеносцевъ подвергались и 95 не подвергались наркозу. О количествѣ лопнувшихъ и выбросившихъ споры спорангіеносцахъ можно судить изъ слѣдующей таблички (Таб. II), гдѣ «+» означаетъ спорангіеносцы, находящіеся подъ дѣйствіемъ эфира или хлороформа, а «—» спорангіеносцы, не подвергающіеся ихъ дѣйствію.

ТАБЛИЦА II.

Часы.	Знакъ.	Количество спорангіеносцевъ, выбросившихъ споры.
9 ч. 15 м.		Начало опыта.
9 ч. 45 м.	+	20
	—	0
10 ч. 15 м.	+	65
	—	0
10 ч. 30 м.	+	всѣ
	—	0
11 ч.	—	0

Такимъ образомъ высказанное предположеніе о причинѣ прекращенія секреціи подъ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ подтверждается и наблюденіемъ надъ временемъ выбрасыванія споръ въ наркозѣ.

Въ чемъ состоитъ однако предполагаемая перемѣна, происходящая въ структурѣ плаз-

матической перепонки при пониженіи проницаемости, обусловливается ли она простымъ уменьшеніемъ разстоянія мицеллъ между собою или-какой нибудь болѣе глубокой химической реакціей, происходящей подъ вліяніемъ анестезирующихъ веществъ, которыя можетъ быть сами въ ней участвуютъ, остается разумѣется пока совершенно неизвѣстнымъ, какъ неизвѣстно вообще все, касающееся измѣненій, происходящихъ въ физическомъ и химическомъ составѣ плазмы.

Дѣйствіе прямыхъ солнечныхъ лучей аналогично наркозу.

e) *Вліяніе свѣта.* Разсѣянный дневной свѣтъ оказываетъ повидимому очень незначительное вліяніе на секрецію у Pilobolus, по крайней мѣрѣ въ моихъ опытахъ количество выдѣленной спорангіеносцами воды въ предѣлахъ погрѣшности измѣренія въ темнотѣ было одинаково съ выдѣленнымъ на разсѣянномъ свѣту. Какъ извѣстно, Pilobolus microsporus не образуетъ спорангіеносцевъ въ темнотѣ (Brefeld H. 4, p. 76 и H. 8, p. 275); несмотря на это, выдѣленіе капель происходитъ съ той же энергіей и на вытянувшейся ненормально спорогенной нити. Если такимъ образомъ вліяніе разсѣяннаго свѣта на секрецію не могло быть замѣчено, нельзя того же самаго сказать относительно вліянія прямого солнечнаго свѣта. Дѣйствіе его видно изъ слѣдующаго опыта.

Одновременно (8 ч. утра) выставлены 4 дерновинки гриба, сильно смоченныя и покрытыя небольшими колоколами, на прямой солнечный свѣтъ; изъ нихъ 2 закрыты фольгой. Черезъ 2 ч. съ 46 спорангіеносцевъ, защищенныхъ фольгой отъ дѣйствія прямыхъ солнечныхъ лучей собрано жидкости 28 дѣленій капиллярной пипетки; на не закрытыхъ фольгой спорангіеносцахъ капель не замѣчено. Послѣ этого освѣщавшіяся дерновинки были закрыты фольгой[1]), а затемненныя выставлены на солнце. Согласно ожиданію, черезъ 2 часа спорангіеносцы на солнцѣ оставались сухими, съ покрытыхъ же фольгой собрано жидкости 15 дѣленій капиллярной пипетки (число спорангіеносцевъ 40).

Такимъ образомъ дѣйствіе прямыхъ солнечныхъ лучей на выдѣленіе воды у Pilobolus оказалось тождественнымъ съ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ. Что прекращеніе выдѣленія капель и въ этомъ случаѣ происходитъ также вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей оболочки, явствуетъ изъ наступанія усиленнаго выбрасыванія споръ спорангіеносцами при выставленіи гриба на солнце.

f) *Вліяніе ядовъ и физическихъ раздраженій.* Для изученія дѣйствія химическихъ агентовъ на энергію выдѣленія воды у Pilobolus, дерновинки гриба помѣщались обыкновенно въ растворъ испытуемаго вещества въ водѣ такимъ образомъ, чтобы нижнія расширенія спорангіеносцевъ были ниже уровня жидкости или въ нѣкоторыхъ случаяхъ спорангіеносцы прямо смазывались при помощи кисточки испытуемымъ растворомъ. При испытаніи дѣйствія летучихъ жидкостей (хлороформа, соляной кислоты и т. п.) къ стѣнкѣ колокола, покрывающаго дерновинку гриба, прикрѣплялась бумажка, смоченная испытуемой жидкостью. Количество выдѣленной спорангіеносцами воды измѣрялось градуированной капиллярной пипеткой.

1) Впослѣдствіи фольга была замѣнена густо закопченнымъ стекломъ, не задерживающимъ, какъ извѣстно, тепловыхъ лучей; результатъ опыта оказался тождественнымъ.

Выше было показано, что эфиръ и хлороформъ, взятые въ небольшихъ количествахъ и при постепенномъ увеличеніи дозъ, сначала замедляютъ, а затѣмъ прекращаютъ выдѣленіе капель у Pilobolus. Тогда же было указано, что постепенное увеличиваніе содержанія анестезирующихъ паровъ въ окружающей атмосферѣ является непремѣннымъ условіемъ успѣшнаго результата наркотизаціи. Опытъ показываетъ, что тѣ же самыя вещества, введенныя въ атмосферу, окружающую грибъ, сразу въ большомъ количествѣ, дѣйствуютъ въ совершенно противоположномъ направленіи; вмѣсто ожидаемаго прекращенія выдѣленія воды наблюдается напротивъ того усиленное выступаніе капель на спорангіеносцахъ; при этомъ чѣмъ больше было введено подъ колоколъ паровъ ядовитой жидкости, тѣмъ скорѣе и сильнѣе наступаетъ вызванная ими реакція. Подобное усиленное выдѣленіе капель изъ спорангіеносцевъ вызывается, какъ оказывается, также парами и другихъ ядовитыхъ веществъ напр. спирта, соляной кислоты, амміака, сѣрнистаго углерода. Первое мѣсто по силѣ и скорости дѣйствія занимаетъ однако хлороформъ, а затѣмъ уже слѣдуютъ послѣдовательно спиртъ, эфиръ, соляная кислота, амміакъ и наконецъ сѣрнистый углеродъ. Скорѣе обнаруживается дѣйствіе спирта, соляной кислоты и амміака, если погружать вышеописаннымъ образомъ дерновинки гриба въ растворы этихъ веществъ.

Достаточное количество яда вызываетъ усиленное выдѣленіе воды.

Такъ напр. при помѣщеніи на 0,5 — 1% растворъ спирта можно уже черезъ $\frac{1}{2}$ минуты (или скорѣй) наблюдать обильное выступаніе капель на спорангіеносцахъ. Соляная кислота оказываетъ замѣтное дѣйствіе даже при концентраціи въ 0,05%. Нѣсколько болѣе слабую реакцію вызываютъ $\frac{1}{2}$ — 1% кофеина. При вызываніи усиленнаго выдѣленія воды смазываніемъ воздушныхъ частей спорангіеносцевъ воднымъ растворомъ ядовитыхъ веществъ оказалось необходимымъ брать болѣе концентрированные растворы, причину чего нужно вѣроятно искать въ предохраняющемъ дѣйствіи тонкаго слоя жирныхъ веществъ, находящагося на поверхности клѣтки.

Во всѣхъ описанныхъ случаяхъ, если усиленное выдѣленіе воды началось, оно всегда продолжается нѣкоторое время и послѣ перенесенія гриба въ среду, совершенно свободную отъ вещества, вызвавшаго реакцію. Чѣмъ больше было взято раздражителя и чѣмъ длиннѣе было время его дѣйствія, тѣмъ дольше продолжается этотъ періодъ послѣдѣйствія.

Какъ видно изъ ниже приведенныхъ примѣровъ (табл. III), этотъ періодъ часто продолжается гораздо дольше, чѣмъ время, нужное для возбужденія раздраженія; въ особенности если раздраженіе было сильно. Такимъ образомъ въ живой клѣткѣ дѣйствіемъ ядовъ вызывается нѣкоторое ненормальное состояніе, требующее болѣе или менѣе продолжительнаго времени для своего обратнаго перехода въ нормальное. Въ виду этого нужно съ большою осторожностью испытывать дѣйствіе ядовитыхъ веществъ на спорангіеносцы Pilobolus, такъ какъ слишкомъ сильное и продолжительное дѣйствіе ихъ ведетъ къ черезчуръ длинному періоду послѣдѣйствія; такъ какъ количество воды, теряющееся фильтраціей, не покрывается количествомъ ея, доставляемымъ всасываніемъ черезъ погруженныя части спорангіеносцевъ, то раздраженіе слишкомъ долго длящееся ведетъ къ уменьшенію объема клѣтокъ, сгибанію и окончательной гибели спорангіеносцевъ, подобно тому, какъ то

происходитъ при высокой температурѣ (см. примѣчаніе къ опытамъ 14 — 16 въ табл. I.

ТАБЛИЦА III.

Примѣры, показывающіе дѣйствіе ядовъ.

Pilobolus longipes. Средняя энергія выдѣленія воды въ теченіе ночи (22° С.)	4,1
Грибъ подвергнутъ дѣйствію паровъ спирта; въ теченіе 5 мин. энергія выдѣленія	250
Послѣ удаленія изъ атмосферы ядовитыхъ паровъ; въ теченіе 25 мин. энергія выдѣленія	56
Послѣ удаленія въ теченіе слѣдующихъ 25 минутъ; энергія выдѣленія	10
Pilobolus Kleinii. Средняя энергія выдѣленія воды въ теченіе ночи (18° С.)	2
Послѣ помѣщенія дерновинки гриба на 0,5% растворъ кофеина, въ теченіе 2 минутъ энергія выдѣленія	42
Послѣ перенесенія дерновинки на дестиллированную воду, въ теченіе 10 минутъ энергія выдѣленія	25
въ теченіе слѣдующихъ 10 минутъ	10
еще черезъ ½ часа	3

Дѣйствію ядовъ совершенно соотвѣтствуетъ дѣйствіе различныхъ внезапныхъ перемѣнъ въ физическомъ состояніи клѣтокъ. Усиленное выдѣленіе капель вызывается напр. рѣзкой перемѣной температуры. Достаточно на 15 секундъ внести дерновинку гриба въ температуру 47—50° С., чтобы вызвать усиленное выдѣленіе капель, продолжающееся по крайней мѣрѣ минутъ 40 и по перенесеніи дерновинки обратно въ комнатную температуру (18° С.). Дѣйствію высокой температуры аналогично дѣйствіе концентрированнаго лупой солнечнаго свѣта (хотя разумѣется при этомъ трудно избѣжать концентраціи и тепловыхъ лучей), и вызванное имъ усиленное выдѣленіе воды продолжается, какъ и при внезапномъ нагрѣваніи, также нѣкоторое время послѣ удаленія раздражителя.

Такимъ образомъ, какъ химическія вещества совершенно различнаго состава, такъ и физическіе агенты при достаточной силѣ дѣйствія вызываютъ въ клѣткахъ спорангіеносцевъ Pilobolus одинаковую реакцію, выражающуюся въ усиленномъ выдѣленіи воды. Какимъ образомъ однако можно объяснить описанное явленіе съ точки зрѣнія принятой нами выше схемы процесса секреціи воды у Pilobolus?

Объясненіе дѣйствія раздражителей. Аналогія выдѣленія воды у Pilobolus съ выдѣленіемъ воды въ межклѣтники у мимозы.

Какъ извѣстно, выдѣленіе воды изъ клѣтокъ подъ вліяніемъ раздраженія является главной причиной движенія листовыхъ суставовъ чувствительной мимозы и тычинокъ Cynareae. Pfeffer, которому мы обязаны установленіемъ этого факта (I), считаетъ единственнымъ возможнымъ объясненіемъ выступленія воды изъ клѣтокъ пониженіе осмотическаго давленія въ клѣткахъ. Рѣшительнымъ доводомъ въ пользу такого объясненія является, по его мнѣнію, возможность повторно вызывать движеніе отрѣзанныхъ и поло-

женныхъ въ воду суставовъ мимозы и филаментовъ Cynareae, потому что если бы выходъ воды, говоритъ названный авторъ, обусловливался «расширеніемъ межмолекулярныхъ пространствъ примордіальнаго мѣшка» (послѣднее предположеніе было высказано тѣмъ же ученымъ нѣсколько раньше), то вмѣстѣ съ водой вышли бы и растворенныя въ сокѣ осмотическія вещества; въ виду же того, что чувствительныя части находятся въ водѣ, эти осмотическія вещества должны удаляться, и въ результатѣ: клѣтки были бы лишены возможности возстановить свой тургоръ (III, p. 188 и слѣд.). Однако приведенный доводъ, заставившій Pfeffer'а отказаться отъ своего прежняго объясненія, мнѣ кажется недостаточно убѣдительнымъ. Вода изъ клѣтокъ суставовъ и филаментовъ выходитъ при раздраженіи въ межклѣтники сжимая или вытѣсняя находящійся въ нихъ воздухъ. Поэтому вышедшій растворъ не сообщается вовсе или сообщается лишь въ немногихъ мѣстахъ черезъ устьицы съ окружающей водой и мнѣ кажется совершенно невозможнымъ допустить, что всѣ осмотическія вещества диффузіей вымываются въ теченіе непродолжительнаго времени отдыха изъ межклѣтниковъ. Если же осмотическія вещества остаются въ послѣднихъ, то стоитъ лишь предположить ихъ обратное всасываніе въ клѣтку, чтобы возможность повторнаго раздраженія сдѣлалась понятной. Въ возможности же обратнаго всасыванія осмотическихъ веществъ нѣтъ ничего недопустимаго, такъ какъ случаи накопленія клѣткою осмотическихъ веществъ въ соку общеизвѣстны (укажу хотя бы выше описанный случай аккомодаціи Pilobolus на соляномъ растворѣ).

Обращаясь теперь къ случаю усиленнаго выхожденія воды изъ спорангіеносцевъ Pilobolus подъ вліяніемъ химическихъ и физическихъ агентовъ, не можемъ не видѣть въ этомъ явленіи большую аналогію съ процессомъ, происходящимъ въ чувствительномъ суставѣ мимозы.

Уменьшеніе объема спорангіеносцевъ подъ дѣйствіемъ ядовъ.

Какъ показываютъ непосредственныя измѣренія, объемъ спорангіеносцевъ, подобно объему клѣтокъ чувствительныхъ суставовъ, уменьшается соотвѣтственно большему или меньшему выходу воды. Напримѣръ, выражая измѣрявшіяся величины въ дѣленіяхъ окулярнаго микрометра (1 дѣл. = 0,015 mm.), имѣемъ слѣдующія соотношенія при дѣйствіи хлороформа на Pilobolus Oedipus.

	До выхода воды спорангіеносцы:				Послѣ выхода воды спорангіеносцы:			
	№ 1	2	3	4	№ 1	2	3	4
Діаметръ нити (*a*)	9	9	9	8	8	7,5	7,5	6
Наибольшій діаметръ верхняго расширенія (*b*)	33	28	30	27	28	20	25	20
Высота верхняго расширенія (*c*)	40	39	40	38	32	30	31	29

Слѣдовательно уменьшеніе объема въ среднемъ около 50%.

Однако такое уменьшеніе объема наблюдается только при максимальномъ дѣйствіи ядовитаго вещества, за которымъ слѣдуетъ уже смерть клѣтки. При осторожномъ и кратковременномъ дѣйствіи яда разница получается не столь замѣтная. Такъ напр. послѣ 3 минутнаго дѣйствія паровъ спирта и 10-минутнаго послѣдѣйствія (слѣд. въ свободной отъ

спирта атмосферѣ) наблюдались слѣдующія измѣненія объема спорангіеносцевъ Pilobolus Oedipus.

	До выхода воды спорангіеносцы:				После выхода воды спорангіеносцы:			
№	1	2	3	4	1	2	3	4
a =	9	9	9	9	8,5	8,5	8,5	9
b =	32	29	28	30	30	26	26	28
c =	40	39	37	41	37	36	36	38

Слѣдовательно въ среднемъ уменьшеніе объема равно 20%. Подобное уменьшеніе клѣтокъ при раздраженіи имѣетъ мѣсто и въ клѣткахъ суставовъ мимозы.

Такимъ образомъ вызванное дѣйствіемъ ядовъ усиленное выдѣленіе воды изъ спорангіеносцевъ Pilobolus сопровождается всегда значительнымъ уменьшеніемъ абсолютнаго давленія въ клѣткѣ, подобно тому, какъ это происходитъ и въ листовыхъ суставахъ мимозы. Подобное пониженіе внутриклѣточнаго давленія можетъ быть слѣдствіемъ одной изъ двухъ слѣдующихъ причинъ: выпаденіе осмотическихъ веществъ изъ сока въ нерастворимомъ состояніи (гипотеза Пфеффера) или повышеніе проницаемости фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ. Въ первомъ случаѣ осмотическое давленіе въ клѣткѣ должно понизиться; во второмъ случаѣ можетъ или остаться безъ перемѣны, если осмотическія вещества, растворенныя въ клѣточномъ соку, начинаютъ проходить черезъ фильтрующую перепонку мало задерживаясь, или увеличиться, если проницаемость перепонки возрастаетъ только для воды и осмотическія вещества, отфильтровываясь, скопляются въ соку. Чтобы рѣшить, какая изъ упомянутыхъ причинъ дѣйствительно имѣетъ мѣсто, обратимся къ анализу жидкости, выдѣляющейся послѣ дѣйствія яда, а также къ плазмолизу спорангіеносцевъ.

Концентрація сока не мѣняется.

Опытъ показываетъ, что ни въ одномъ случаѣ увеличеніе скорости выдѣленія воды не сопровождается уменьшеніемъ осмотическаго давленія въ клѣткѣ; плазмолизъ начинается обыкновенно при той же концентраціи раствора сахара, какъ и до дѣйствія яда или даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ при немного бóльшей концентраціи. Такимъ образомъ осмотическія вещества во время усиленной секреціи уносятся вмѣстѣ съ водой изъ клѣтки, очень мало задерживаясь перепонкой. Это находитъ себѣ подтвержденіе и въ анализѣ выдѣляющейся жидкости. Такъ послѣ дѣйствія паровъ эфира въ 0,2814 гр. собранной жидкости было найдено 0,0053 растворенныхъ твердыхъ веществъ т. е. около 1,9%, тогда какъ въ жидкости, выдѣленной спорангіеносцами въ нормальномъ состояніи, содержится, какъ мы знаемъ только около 0,6% твердыхъ веществъ въ растворѣ. Качественно можно было констатировать при этомъ довольно замѣтное количество органическихъ веществъ въ остаткѣ, тогда какъ въ нормально выдѣленной жидкости они находятся лишь въ ничтожномъ количествѣ. Мы должны, такимъ образомъ, искать причину усиленнаго выдѣленія воды спорангіеносцами въ повышеніи проницаемости фильтрующей перепонки для веществъ, растворенныхъ въ выдѣляющейся водѣ. Что при этомъ повышается также проницаемость ея для воды доказывается наблюденіемъ надъ скоростью плазмолиза клѣтокъ.

Проницаемость фильтрующей перепонки для растворенныхъ веществъ увеличивается.

Одна и та же фигура плазмолиза, зарисованная рисовальной призмой, получается (при плазмолизѣ 21% растворомъ сахара) въ спорангіеносцахъ, усиленно выдѣлявшихъ воду подъ дѣйствіемъ паровъ спирта, среднимъ числомъ черезъ 2 минуты; въ спорангіеносцахъ, же не подвергавшихся дѣйствію паровъ спирта, только черезъ 15—20 минутъ (Pilobolus Kleinii).

Проницаемость ея для воды также увеличивается.

Не можетъ быть сомнѣнія въ томъ, что только плазматическая часть фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ измѣняетъ свою проницаемость подъ вліяніемъ раздраженій (химическихъ и физическихъ). Въ чемъ заключается однако перемѣна въ структурѣ плазматическаго мѣшка, при этомъ происходящая, трудно себѣ пока представить съ достаточной ясностью. Наблюденіе показываетъ, что при дѣйствіи ядовъ (эфира, хлороформа, спирта и теина въ моихъ опытахъ) въ постѣночномъ слоѣ плазмы спорангіеносцевъ не появляется во всякомъ случаѣ какихъ-либо трещинъ или отверстій, доступныхъ самымъ сильнымъ увеличеніямъ (апохроматъ Zeiss'а и comp. окуляръ 12); прозрачность и свѣтопреломляемость плазмы при этомъ также нисколько не измѣняются. Наблюдая выдѣленіе воды подъ вліяніемъ паровъ эфира подъ микроскопомъ, замѣчаемъ, что хотя масса капель появляется на спорангіеносцахъ въ и мѣстахъ, гдѣ до дѣйствія яда не происходило выдѣленія воды, однако наиболѣе крупныя капли выходятъ изъ зонъ, всего сильнѣе выдѣлявшихъ воду и въ нормальномъ состояніи. Такимъ образомъ пониженіе проницаемости плазматической оболочки происходитъ болѣе или менѣе равномѣрно по всей воздушной части клѣтокъ.

Раздраженіе въ состояніи наркоза.

Мы видѣли раньше, что умѣренное и постепенное введеніе эфира и хлороформа въ атмосферу, окружающую Pilobolus, понижая проницаемость плазматической части фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ, обусловливаетъ прекращеніе выдѣленія воды. Интересно было изслѣдовать отношеніе подобнымъ образомъ подвергнутыхъ наркозу спорангіеносцевъ къ раздраженію ядами, въ виду общеизвѣстнаго факта прекращенія реакціи на раздраженіе обычнымъ движеніемъ у мимозы, подвергнутой наркозу хлороформомъ. Какъ у Mimosa, такъ и у Pilobolus раздраженіе вызываетъ выхожденіе воды изъ клѣтокъ, поэтому нужно было ожидать, что энергія выдѣленія воды и наркотизированными спорангіеносцами Pilobolus будетъ гораздо менѣе измѣняться подъ дѣйствіемъ ядовъ. Это ожиданіе дѣйствительно оправдалось. Спорангіеносцы, прекратившіе подъ дѣйствіемъ хлороформа или эфира выдѣлять воду, болѣе не реагируютъ уже на быстрое введеніе тѣхъ же реактивовъ въ окружающую грибъ атмосферу въ дозахъ, вызывавшихъ быстрое выступаніе капель на не наркотизированныхъ спорангіеносцахъ. Только очень большія количества хлороформа, почти насыщающія воздухъ подъ колоколомъ, вызываютъ обильное выступаніе капель, сопровождающееся смертію клѣтокъ. Пары спирта, эфира, соляной кислоты и амміакъ почти совершенно не дѣйствуютъ. Только послѣ продолжительнаго пребыванія гриба въ атмосферѣ съ ядовитыми парами можно наблюдать выступаніе капель, сопровождающееся и въ этомъ случаѣ смертію клѣтокъ. Если, слѣдовательно, плазматическая оболочка приняла структуру соотвѣтствующую наркозу, она впадаетъ какъ-бы въ оцѣпенѣніе и только съ трудомъ выводится изъ этого состоянія. Максимальное же раздраженіе, выводящее протопластъ изъ оцѣпенѣнія, ведетъ къ смерти клѣтки (подъ микроскопомъ такое состояніе мак-

Смерть сопровождается максимальнымъ повышеніемъ проницаемости плазматической оболочки.

симальнаго раздраженія характеризуется исчезновеніемъ оранжевыхъ колецъ и невозможностью плазмолиза, вслѣдствіе слишкомъ большой проницаемости оболочекъ для солей).

Заключеніе.

Изученіе вліянія различныхъ внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus показало намъ, что живая плазматическая оболочка, обладая подвижной структурой, легко мѣняетъ свою проницаемость, а слѣдовательно и вообще осмотическія свойства подъ вліяніемъ агентовъ, совершенно не дѣйствующихъ на мертвыя полупроницаемыя перепонки. Полученные результаты не противорѣчатъ предложенной выше схемѣ процесса выдѣленія капель, а косвеннымъ образомъ даже подтверждаютъ ее.

Гл. 3. Механика выдѣленія воднаго раствора у Pilobolus.

Историческій очеркъ.

Прежде чѣмъ приступить къ физико-химическому толкованію секреціи у Pilobolus, считаю не лишнимъ напомнить нѣкоторыя имѣющіяся въ литературѣ воззрѣнія на причины, могущія вызвать въ растеніи вообще односторонній токъ воды. Главная масса сдѣланныхъ въ этомъ направленіи изслѣдованій и гипотезъ стремится объяснить загадочное явленіе плача у высшихъ растеній.

Еще Dutrochet (1837), Brücke (1844), главнымъ же образомъ Hofmeister пытались объяснить явленіе плача осмотическими силами. Послѣдній конструировалъ даже аппаратъ, долженствовавшій демонстрировать плачъ, оставивъ однако не выясненнымъ, какимъ образомъ напряженіемъ тканей (Gewebespannung) можетъ поддерживаться въ растеніи односторонній токъ воды въ теченіе продолжительнаго времени. Клѣтка Hofmeister'а была впослѣдствіи усовершенствована Sachs'омъ, предложившимъ для объясненія односторонняго тока неравную проницаемость оболочки на противоположныхъ сторонахъ клѣтки. Когда позднѣе изслѣдованіями Pfeffer'а (III) было установлено, что осмотическое давленіе въ клѣткѣ создается постѣночнымъ слоемъ плазмы, Sachs былъ принужденъ, соглашаясь съ Pfeffer'омъ, перенести причину односторонняго тока воды изъ клѣточной оболочки въ гіалоплазму (III). Однако гипотеза Sachs'а не могла доставить удовлетворенія. Еще Hofmeister предвидѣлъ, а Godlewskii спеціальнымъ опытомъ показалъ, что жидкость, выталкивающаяся изъ клѣтки Сакса, совершенно одинакова съ жидкостью, содержащейся въ клѣткѣ (p. 600). Если бы такимъ образомъ схема Sachs'а имѣла мѣсто въ дѣйствительности, то концентрація жидкости, вытекающей изъ растенія при плачѣ, была бы одинакова съ концентраціей сока клѣтокъ, всасывающихъ воду изъ почвы, что, какъ извѣстно, въ громадномъ большинствѣ случаевъ далеко не такъ. Поэтому Годлевскій, не видя иного исхода, прибѣгаетъ къ допущенію ритмическихъ измѣненій въ осмотическомъ давленіи клѣтокъ паренхимы корня (то же сердцевинныхъ лучей), приводящихъ къ послѣ-

довательнымъ всасываніямъ и выталкиваніямъ воды. Силу, необходимую для такой насосоподобной работы клѣтокъ, доставляетъ по его мнѣнію кислородное дыханіе.

По мнѣнію Pfeffer'а односторонній водный токъ черезъ клѣтку (III p. 223 и слѣд.) можетъ обусловливаться лишь тѣмъ, что или: I) проницаемость постѣночнаго слоя плазмы на противоположныхъ сторонахъ клѣтки различна (принято Sachs'омъ), или II) постѣночный слой плазмы хотя однообразенъ, но сама масса зернистой плазмы въ различныхъ частяхъ клѣтки имѣетъ не одинаковыя осмотическія свойства (осмотическія вещества распредѣлены въ ней неравномѣрно) — гдѣ осмотическое значеніе ея меньше, туда направленъ и токъ или наконецъ тѣмъ, что III) хотя въ постѣночномъ слоѣ плазмы и въ зернистой плазмѣ распредѣленіе осмотическихъ веществъ и одинаково, но въ клѣточной оболочкѣ распредѣленіе послѣднихъ неравномѣрно, въ сторонѣ выдѣленія оболочка пропитана болѣе концентрированнымъ растворомъ (подобіе нектаріевъ). Изъ этихъ объясненій второе нашло себѣ впослѣдствіи горячаго защитника въ лицѣ Wieler'а, видящаго косвенное доказательство его вѣрности въ необходимости кислороднаго дыханія для плача, долженствующаго, по его мнѣнію, поддерживать въ протоплазмѣ осмотическія разницы (p. 164 и слѣд.).

Оставляя пока въ сторонѣ, насколько всѣ приведенныя теоріи односторонняго тока воды черезъ клѣтку объясняютъ явленіе плача, посмотримъ, въ состояніи ли онѣ уяснить намъ необходимость выдѣленія воды изъ спорангіеносцевъ Pilobolus.

Что гипотеза, предложенная для объясненія плача Годлевскимъ, непримѣнима въ нашемъ случаѣ, ясно уже изъ самого хода выдѣленія капель у Pilobolus, наблюдаемаго въ особенности подъ микроскопомъ. Гипотеза требуетъ выдѣленіе воды толчками, выдѣленіе же воды изъ спорангіеносцевъ, какъ было упомянуто выше, происходитъ совершенно равномѣрно и непрерывно. Непригодность гипотезы Годлевскаго.

Намъ остается, такимъ образомъ, разсмотрѣть приложимость гипотезъ Pfeffer'а къ объясненію секреціи у Pilobolus.

Третья изъ этихъ гипотезъ требуетъ присутствія въ части клѣточной оболочки, соотвѣтствующей мѣсту выдѣленія воды, раствора большей концентраціи, чѣмъ въ другихъ ея частяхъ. Очевидно односторонній токъ воды можетъ продолжаться при такомъ толкованіи только до уравненія концентраціи жидкостей, насыщающихъ клѣточную оболочку. Если вода, выходящая изъ клѣтки, тотчасъ удаляется или, какъ это мы имѣемъ у Pilobolus, собирается въ шарообразныя капли, отдѣляющіяся отъ оболочки тонкимъ слоемъ жирныхъ веществъ, то выдѣленіе воды не можетъ продолжаться слишкомъ долго; осмотическія вещества быстро вымываются изъ толщи оболочки выходящими изъ клѣтки все новыми количествами чистой воды. Для того, что-бы выдѣленіе воды происходило продолжительное время, необходимо присутствіе достаточно большого запаса осмотическихъ веществъ внѣ клѣтки, имѣющихъ возможность легко диффундировать въ толщу оболочки. Подобное имѣетъ мѣсто напр. въ нектаріяхъ. Мы видѣли однако уже раньше, что ничего похожаго на это не имѣется у Pilobolus; да и непонятно было бы, какимъ путемъ эти осмотическія вещества могли появиться на поверхности спорангіеносцевъ; въ нектаріяхъ предполагается обыкновенно Третья гипотеза Пфеффера.

предварительное превращеніе целюлезной оболочки клѣтокъ въ сахаръ, что очевидно неприложимо къ Pilobolus, гдѣ осмотическія вещества въ выдѣляющейся жидкости минеральнаго происхожденія. Итакъ третья гипотеза Pfeffer'а неприложима къ объясненію секреціи воды у Pilobolus. Посмотримъ теперь, насколько годится для ея объясненія вторая гипотеза.

Вторая гипотеза Пфеффера.

Пусть въ одной части клѣтки постоянно поддерживается нѣкоторый избытокъ осмотическихъ веществъ; тогда осмотическое давленіе, развиваемое этой частью клѣтки, по законамъ гидростатики распространяется тотчасъ же и на части клѣтки съ меньшимъ осмотическимъ давленіемъ, откуда подъ его давленіемъ (собственно только разницы между нимъ и меньшимъ давленіемъ, установившимся въ этой части клѣтки) начнется фильтрація воды наружу. Предположимъ, что клѣтка погружена въ дестиллированную воду. При условіи какъ абсолютной, такъ и неабсолютной полупроницаемости плазматической оболочки, мы имѣли бы perpetuum mobile, если бы не затрачивалось силы на поддержаніе осмотическихъ разностей, необходимыхъ для тока воды. Эта сила доставляется, какъ думаетъ очевидно Wieler, кислороднымъ дыханіемъ.

Фактъ выдѣленія воды у Pilobolus въ безкислородной атмосферѣ не доказываетъ еще, однако, непримѣнимость второй гипотезы для этого случая, такъ какъ можно видѣть источникъ силы и въ интрамолекулярномъ дыханіи (хотя это очевидно недопустимо по мнѣнію Wieler'а). Напротивъ совершенно непонятнымъ съ точки зрѣнія разбираемой гипотезы является описанный выше фактъ прекращенія выдѣленія воды у Pilobolus подъ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ, которыя, какъ извѣстно, не только не прекращаютъ, а даже увеличиваютъ дыханіе (Pfeffer II, I Bd., 575). Съ другой стороны главная масса осмотическихъ веществъ спорангіеносцевъ состоитъ изъ минеральныхъ соединеній (см. стр. 11) и ихъ постоянное новообразованіе изъ плазмы при посредствѣ дыханія представляется невозможнымъ. Но пусть токъ воды черезъ спорангіеносцы поддерживается какъ разъ меньшею, органическою частью осмотическихъ веществъ (которыя могутъ дать однако лишь незначительное давленіе, имѣя сложную частицу, задерживаемую, какъ было указано раньше, фильтрующей перепонкой). Гипотеза требуетъ сосредоточенія осмотическихъ веществъ въ плазматической части клѣтки, противоположной мѣсту секреціи, и быстраго распространенія вызываемаго ими давленія, что неизбѣжнымъ дѣлаетъ дуффузію этихъ веществъ въ клѣточный сокъ. Такимъ образомъ для поддержанія тока воды прежней силы въ клѣткѣ необходимо должно постоянно увеличиваться новообразованіе органическихъ осмотическихъ веществъ. Концентрація сока будетъ слѣдовательно непрерывно расти, а количество плазмы уменьшаться. Въ дѣйствительности же мы знаемъ, что концентрація сока спорангіеносцевъ напротивъ того постоянно падаетъ (стр. 11); съ другой стороны трудно допустить, что все болѣе истощающаяся плазма могла бы вырабатывать все большее количество осмотическихъ веществъ — количество выдѣляющейся воды въ первое время даже растетъ (см. напр. таблицу на стр. 14). Взвѣшивая всѣ приведенныя возраженія второй гипотезѣ Pfeffer'а, приходимъ къ выводу, что и она не въ состояніи объяснить намъ причину выдѣленія воды спорангіеносцами Pilobolus.

Первая гипотеза Пфеффера.

Переходя теперь къ обсужденію приложимости первой схемы Pfeffer'а къ объясненію секреціи, считаю не лишнимъ болѣе подробно разобрать ея основаніе и требованія[1]).

Схема требуетъ неравной проницаемости противоположныхъ частей плазматической оболочки клѣтки, создающей различіе осмотическихъ давленій, ими возбуждаемыхъ. Но Pfeffer показалъ еще раньше (I p. 303 и III p. 228), что качество перепонки не оказываетъ вліянія на величину осмотическаго давленія, если не происходитъ экзосмоса растворенныхъ веществъ, слѣдовательно различіе осмотическихъ давленій, возбуждаемыхъ противоположными частями плазматической оболочки, можетъ зависѣть только отъ неодинаковой проницаемости ихъ для веществъ растворенныхъ въ соку (Ostwald's Lehrbuch). Если послѣднее имѣетъ мѣсто, то съ того момента, когда въ клѣткѣ разовьется давленіе равное осмотическому давленію, возбуждаемому частію плазматической оболочки болѣе проницаемою для растворенныхъ веществъ, клѣточный сокъ будетъ фильтроваться черезъ послѣднюю наружу.

Теоретическія основанія схемы.

Чтобы болѣе ясно представить себѣ весь процессъ, обратимся къ теоретическому случаю. Представимъ себѣ, что вмѣсто клѣтки мы имѣемъ цилиндрическій сосудъ, дно и крышка котораго сдѣланы изъ перепонокъ различной проницаемости для веществъ, растворенныхъ въ водѣ, находящейся въ сосудѣ. Если сосудъ погружается въ дестиллированную воду, то вода снаружи начинаетъ входить въ сосудъ черезъ обѣ перепонки, причемъ въ послѣднемъ развивается давленіе. Пусть перепонка A болѣе проницаема для растворенныхъ веществъ, чѣмъ перепонка B. Тогда перепонка A развиваетъ очевидно меньшее осмотическое давленіе, чѣмъ перепонка B. Если P_A есть осмотическое давленіе перепонки A, а P_B — перепонки B, то $P_A < P_B$. Каждая перепонка развиваетъ вполнѣ опредѣленное осмотическое давленіе; это значитъ, что всякое давленіе, большее осмотическаго, производитъ обратную фильтрацію воды черезъ перепонку. Если въ нашемъ сосудѣ давленіе поднялось до P_A, то всякое, даже безконечномалое приращеніе давленія въ сосудѣ производитъ обратное выталкиваніе воды наружу черезъ перепонку A; но такъ какъ перепонка B продолжаетъ всасываніе воды (ибо это всасываніе прекращается только тогда, когда въ сосудѣ развивается давленіе P_B, а $P_A < P_B$), то избытокъ давленія надъ P_A будетъ постоянно существовать, а слѣдовательно будетъ происходить и постоянная фильтрація жидкости, находящейся въ сосудѣ, черезъ перепонку A наружу. («Постоянно» это выдѣленіе воды изъ сосуда понятно не можетъ происходить, т. к. вслѣдствіе вымыванія растворенныхъ веществъ односторонній водный токъ черезъ сосудъ постепенно ослабѣваетъ и наконецъ совершенно прекращается, когда въ сосудѣ вмѣсто раствора останется чистая вода).

Выдѣленіе воды изъ сосуда черезъ перепонку A можно считать очевидно только тогда установившимся, когда объемъ воды, входящей черезъ перепонку B въ единицу времени, дѣлается равнымъ объему выходящей изъ сосуда жидкости, т. к. объемъ сосуда пред-

---

1) Имѣя въ виду, что предлагаемая работа предназначается для ботаниковъ, я буду болѣе подробно останавливаться тамъ, гдѣ это не представлялось бы необходимымъ, если бы физическая часть этой работы предназначалась исключительно для физико-химиковъ. Для большаго удобства ботаниковъ я буду цитировать также мѣста учебниковъ, гдѣ можно справиться о той или другой приводимой мною формулѣ.

полагается неизмѣннымъ. Съ момента выхода первыхъ капель жидкости давленіе въ сосудѣ можетъ возвышаться, но не можетъ ни въ какомъ случаѣ подняться до высоты, равной высотѣ осмотическаго давленія перепонки B, т. до е. P_B. Обозначимъ максимально давленіе, которое можетъ развиться въ сосудѣ послѣ того, какъ односторонній водный токъ черезъ сосудъ установится, черезъ P_x; тогда $P_A < P_x < P_B$. Очевидно послѣ установленія въ сосудѣ давленія P_x (въ предположеніи, разумѣется, что растворенныя вещества не вымываются изъ сосуда) ни какихъ измѣненій въ движеніи происходить не будетъ. Пусть объемъ выходящей изъ сосуда жидкости въ единицу времени, т. е. скорость выдѣленія воды или все то же скорость односторонняго воднаго тока черезъ сосудъ есть W. Найдемъ зависимость этой скорости отъ первоначальной концентраціи раствора въ сосудѣ, температуры и проницаемости перепонокъ A и B для растворенныхъ веществъ.

Выводъ формулы скорости односторонняго воднаго тока.

Въ механикѣ доказывается (это ясно впрочемъ и безъ математическихъ формулъ), что скорость всякаго движенія увеличивается съ увеличеніемъ движущей силы и уменьшается съ увеличеніемъ сопротивленія этому движенію. Движущей силой при выдѣленіи воды изъ сосуда является давленіе въ сосудѣ P_x, сопротивленіе же слагается изъ: 1) тренія жидкости о стѣнки сосуда (внѣшнее треніе), 2) тренія жидкости при прохожденіи перепонки (внутреннее треніе), 3) осмотической силы растореннаго вещества въ сосудѣ равной очевидно осмотическому давленію, развиваемому перепонкой A, т. е. P_A, такъ какъ при выведеніи нѣкотораго объема растворителя изъ раствора черезъ полупроницаемую оболочку затрачивается работа, измѣряемая произведеніемъ этого объема на осмотическое давленіе (см. напр. Nernst — Theoretische Chemie 1900, p. 139). Внѣшнее и внутреннее треніе растворовъ, какъ показываютъ опыты (см. Ostwald, Lehrbuch d. alld. Chemie 1891, I Bd. p. 561 — 568), измѣняются очень мало съ концентраціей раствора и температурой, а слѣдовательно также мало зависятъ отъ проницаемости перепонки для растворенныхъ веществъ, мы примемъ ихъ поэтому одинаковыми для всѣхъ перепонокъ и растворовъ и равными треніямъ чистой воды. Что касается третьяго сопротивленія фильтраціи — осмотическаго давленія, то оно, какъ извѣстно, измѣняется какъ отъ температуры и концентраціи раствора, такъ и отъ проницаемости перепонки для веществъ растворенныхъ. Если P_0 есть осмотическое давленіе, въ предположеніи абсолютной полупроницаемости перепонки (т. е. полной непроницаемости ея для растворенныхъ веществъ), то истинное осмотическое давленіе $P < P_0$ (см. Tamman, p. 99).

Зависимость осмотическаго давленія отъ проницаемости перепонки.

Пусть въ единицу времени изъ сосуда съ растворомъ проходитъ черезъ единицу поверхности перепонки осмозомъ p граммовъ растореннаго вещества. По опытамъ Tamman'a (l. c. p. 99) это количество пропорціонально концентраціи раствора въ сосудѣ. Такъ, если въ литрѣ раствора содержится c граммъ вещества, то $\frac{p}{c} = \text{const}$. Обозначимъ величину $\frac{p}{c}$, постоянную для данной перепонки и вещества при неизмѣнной температурѣ, черезъ α, и назовемъ ее проницаемостію этой перепонки для растореннаго вещества.

Если положимъ $P = kP_0$, гдѣ $k < 1$, то при постоянной температурѣ k зависитъ только отъ α, слѣд. k есть функція отъ α или: $k = f(\alpha)$. Эту функцію можно представить въ видѣ

безконечнаго ряда $f(\alpha) = A + B\alpha + C\alpha^2 + \ldots$ (I) (см. напр. Nernst. Enführung in d. Mathem. Behandlung 1898 стр. 209). При $\alpha = O$ т. е. при условіи непроницаемости перепонки для растворенная вещества, $P = P_0$, слѣдовательно $k = 1$; подставляя значеніе α въ рядъ (I), имѣемъ $A = 1$; такъ какъ $\alpha < 1$, то величинами α^2, α^3 и т. д. можно пренебречь. Мы имѣемъ такимъ образомъ: $f(\alpha) = 1 + B\alpha = k$, но $k < 1$, поэтому B должно быть меньше нуля, если положимъ $B = -h$, то окончательно будемъ имѣть:

$$P = (1 - h\alpha)\,P_0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (II)$$

Къ аналогичной зависимости наблюдаемаго давленія отъ проницаемости перепонки для веществъ растворенныхъ приходитъ и Tamman (l. c. p. 99) на основаніи данныхъ изъ опытовъ Пфеффера и величинъ осмотическаго давленія, находимаго теоретически. Именно величина $\frac{P_0 - P}{2P}$ оказывается почти постоянной (т. е. независимой отъ концентраціи раствора). Положивъ $\frac{P_0 - P}{2P_0} = M$, имѣемъ: $P = P_0\ (1 - 2M)$ (III); вычисленное изъ опытовъ Pfeffer'а (при чемъ P должно означать давленіе наблюденное Pfeffer'омъ, а P_0 — давленіе вычисленное по формулѣ Arrhenius $P_0 = n_v\ 17200\ (k\alpha + 1 - \alpha)$ mm. гдѣ n_a — число граммъ-молекулъ растворенная вещества въ литрѣ раствора, αk — число іоновъ, на которые распадаются электролиты) M увеличивается нѣсколько съ концентраціей раствора, что отражается очевидно и на коэффиціентѣ h въ формулѣ II, такъ какъ $\alpha h = 2\ M$ (Послѣднее видно изъ сравненія формулы II и III). Въ слѣдующей таблицѣ вычислены значенія этого коэффиціента для нѣсколькихъ солей и перепонки изъ желѣзисто-синеродистой мѣди. Величины α перечислены на одну минуту, одинъ кв. сантиметръ перепонки и промилли растворенная вещества въ сосудѣ.

Концентрація въ %:		M	h	α
	KNO_3			
0,8		0,24	1640	0,00029
1,43		0,25	1720	0,00029
3,30		0,28	1930	0,00029
	Na_2SO_4			
1,00		0,17	2810	0,00012
	K_2SO_4			
1,00		0,12	2400	0,00010
	$KNaH_4C_4O_6$ Сегнетова соль.			
0,94		0,13	4330	0,00006

Раскрытіе зависимости скорости одностороння го тока отъ осмотическаго давленія и т. д.

Обратимся теперь къ раскрытію зависимости скорости выхожденія жидкости изъ сосуда v отъ движущей силы и сопротивленія.

Въ выше цитированной работѣ Pfeffer (III) многочисленными опытами установилъ, что скорость фильтраціи воды черезъ полупроницаемую перепонку пропорціональна давленію, подъ которымъ она совершается; поэтому формула, выражающая искомую зависимость

при $P_A = 0$, должна имѣть видъ $v = kP_x$. Такъ какъ v уменьшается съ увеличеніемъ P_A (сопротивленіе), то выраженіе ея при $P_A > 0$ можетъ имѣть видъ или $v = k \frac{P_x}{\varphi(P_A)}$ или $v = k\,(P_x - \varphi\,(P_A))$; функцію $\varphi\,(P_A)$ можно представить въ видѣ $A + BP_A + CP_A^2 + \ldots$, гдѣ $A = 0$ такъ какъ при $P_A = 0$ и $\varphi\,(P_A) = 0$ (т. е. скорость фильтраціи не зависитъ отъ P_A); первое выраженіе для скорости не подходитъ, т. к. при $P_A = 0$ скорость $v = a\,\frac{P_x}{0} = \infty$; поэтому въ окончательномъ видѣ $v = k[P_x - (BP_A + CP_A^2 + \cdot)] = k[P_x - P_A\,(B + CP_A + \ldots)]$, здѣсь k зависитъ отъ величины тренія внѣшняго и внутренняго. Болѣе опредѣленное выраженіе для скорости v мы получимъ, исходя изъ слѣдующаго механическаго соображенія. Фильтрацію черезъ перепонку можно разсматривать какъ передвиженіе нѣкотораго объема жидкости подъ дѣйствіемъ постоянной силы P_x. Осмотическое же давленіе и треніе какъ силы, противодѣйствующія силѣ P_x и прямо ей противоположныя. Если бы ихъ не было, мы могли бы написать $P_x = mu$ (III), гдѣ m есть масса жидкости, профильтрованной въ единицу времени а u ускореніе, пріобрѣтаемое ей подъ дѣйствіемъ силы P_x, такъ какъ сила равна массѣ, умноженной на ускореніе (см. Nernst. Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften 1898 p. 276); пренебрегая внѣшнимъ треніемъ по его малости и принимая внутреннее треніе жидкости въ перепонкѣ пропорціональнымъ имѣющейся въ данный моментъ скорости фильтраціи v (что съ извѣстнымъ приближеніемъ всегда можно принять, такъ какъ пропорціональность есть первое приближеніе зависимости величинъ при условіи, что когда одна величина равна нулю, то и другая тоже обращается въ нуль, что какъ разъ имѣется и у насъ). [1]) Что же касается зависимости внутренняго тренія отъ скорости, то она доказана экспериментальнымъ путемъ (см. напр. Ostwald. Lehrbuch. I m стр. 549; Евневичъ: прикладная механика); такимъ образомъ сила тренія равна у насъ $a.v$. Введя сопротивленія въ выраженіе III, имѣемъ:

$$P_x - P_A - a.v = mu \text{ или}$$

(вставляя вмѣсто u его значеніе, первой производной отъ скорости по времени см. Nernst. l. c.):

$$P_x - P_A - av = m\,\frac{dv}{dt};$$

это равенство перепишемъ такъ:

$\frac{dv}{P_x - P_A - av} = \frac{dt}{m}$; проинтегрировавъ выраженіе, имѣемъ $-\frac{1}{a}\,ln\,(P_x - P_A - av) = \frac{t}{m} +$ const [2]). Такъ какъ при $t = 0$ и $v = 0$, то: const $= -\frac{1}{a}\,ln\,(P_x - P_A)$.

---

1) Дѣйствительно, если треніе обозначитъ черезъ Q, то Q есть функція отъ v. Раскладывая эту функцію въ рядъ имѣемъ: $Q = b + av + cv^2 + \ldots$ Но при $v = 0$ и $Q = 0$, поэтому $Q = av + cv^2 + \ldots$ Такъ какъ v, какъ показалъ Pfeffer очень незначительна, то ея высшими степенями можно принебречь.

2) ln — натуральный логарифмъ.

Слѣдовательно равенство перепишется такъ:

$$\frac{1}{a} ln(P_x - P_A) - \frac{1}{a} ln(P_x - P_A - av) = \frac{t}{m}$$

или:

$$ln\left(\frac{P_x - P_A}{P_x - P_A - av}\right) = \frac{at}{m};$$

слѣдовательно

$$e^{\frac{at}{m}} = \frac{P_x - P_A}{P_x - P_A - av}$$

откуда:

$$v = \frac{P_x - P_A}{a}\left(1 - \frac{1}{e^{\frac{at}{m}}}\right).$$

Такъ какъ съ увеличеніемъ t, величина $\frac{1}{e^{\frac{at}{m}}}$ непрерывно уменьшается, то при достаточно большомъ промежуткѣ времени, протекшемъ съ начала движенія, она дѣлается ничтожной въ сравненіи съ единицей, почему ею можно пренебречь[1]). Слѣдовательно мы имѣемъ такое выраженіе для v

$$v = \frac{P_x - P_A}{a}, \qquad \text{(IV)}$$

гдѣ a есть коэффиціентъ пропорціональности внутренняго тренія жидкости при прохожденіи перепонки и скорости; по опытамъ Pfeffer'а, какъ было упомянуто, при $P_A = 0$ $v = k P_x$. Слѣдовательно a нашей формулы должно равняться $\frac{1}{k}$ изъ опытовъ Пфеффера.

Вставимъ въ формулу (IV) вмѣсто P_A значеніе его изъ формулы (II) въ предположеніи что проницаемость перепонки A для растворенныхъ веществъ есть α_A, а осмотическое давленіе, соотвѣтствующее опредѣленной концентраціи раствора въ сосудѣ и температурѣ, при абсолютной полупроницаемости перепонки (т. е. непроницаемости ея для растворенныхъ веществъ), есть P_0, имѣемъ:

$$v = \frac{P_x - P_0(1 - h\alpha_A)}{a} \qquad \text{(V)}$$

Такъ какъ давленіе P_x меньше осмотическаго давленія, соотвѣтствующаго перепонкѣ B, то, обозначивъ проницаемость послѣдней для растворенныхъ веществъ черезъ α_B (причемъ $\alpha_B < \alpha_A$), будемъ имѣть $P_0(1 - h_1\alpha_B) > P_x$ (коэффиціентъ h въ общемъ случаѣ будетъ другой, поэтому мы и ставимъ h_1 вмѣсто h. Примѣняя формулу (V) къ перепонкѣ B, видимъ что v для этой перепонки отрицательно (такъ какъ $P\alpha < P_B$); это значитъ, что жидкость не фильтруется наружу черезъ перепонку B, а всасывается наоборотъ въ сосудъ. Скорость этого всасыванія w очевидно равна въ этомъ случаѣ $-v$ (Величину a по вышеизложенному

1) Что такой моментъ наступитъ скоро, видно изъ того, что масса передвигаемой жидкости мала въ сравненіи съ треніемъ въ перепонкѣ.

можно принять не измѣняющейся отъ того, фильтруется ли чистая вода или растворъ.). Такимъ образомъ имѣемъ:

$$w = \frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) - P_x}{a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VI)}$$

Но послѣ того какъ односторонній водный токъ установился черезъ сосудъ $w = v$; слѣдовательно по (V) и (VI), имѣемъ слѣдующее уравненіе для опредѣленія P_x.

$$\frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) - P_x}{a} = \frac{P_x - P_0(1 - h\alpha_A)}{a}$$

откуда:

$$P_x = \frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) + P_0(1 - h\alpha_A)}{2} = \frac{P_A + P_B}{2} =$$

$$= \frac{P_0[2 - (h_1\alpha_B + h\alpha_A)]}{2} = P_0\left(1 - \frac{h_1\alpha_B + h\alpha_A}{2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VII)}$$

Подставивъ выраженіе для P_x изъ формулы VII въ формулу (V), имѣемъ слѣдующее выраженіе для скорости выхожденія жидкости изъ сосуда:

$$v = \frac{P_0\left(1 - \frac{h_1\alpha_A + h\alpha_B}{2}\right) - P_0(1 - h\alpha_A)}{a} = \frac{P_0}{a}\left(\frac{h_1\alpha_A - h\alpha_B}{2}\right) \ldots\ldots \text{(VIII)}$$

Имѣя въ виду, что P_0 въ нашей формулѣ есть осмотическое давленіе вычисленное (на основаніи экспериментальныхъ данныхъ) изъ формулы van't Hoff и Arrhenius'а (Nernst, Theoretische Chemie 1900 г., стр. 349—351): $P_0 = P[1 + (m - 1)\beta]$, гдѣ β — степень диссоціаціи электролита, $m\beta$ — число іоновъ, на которые разлагается электролитъ (буквы формулы измѣнены), а также то, что $P = CT \times \text{const.}$, гдѣ C есть концентрація раствора, а T — абсолютная температура, получимъ слѣдующее окончательное выраженіе для скорости выхода жидкости изъ сосуда, показывающее зависимость ея отъ концентраціи раствора въ сосудѣ, температуры, проницаемости перепонокъ A и B для растворенныхъ веществъ и диссоціаціи растворенняго вещества:

$$v = \varphi \cdot \frac{CT}{a}[1 + (m - 1)\beta]\left(\frac{h_1\alpha_A - h\alpha_B}{2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(IX)}$$

Коэффиціентъ $\varphi = \text{const.}$

Изъ формулы (IX) видно, что хотя скорость выдѣленія воды изъ сосуда v растетъ подобно осмотическому давленію пропорціонально концентраціи раствора, она измѣняется отъ температуры гораздо быстрѣе осмотическаго давленія, такъ какъ согласно даннымъ выше цитированной работы Rysselberghe'а проницаемость перепонки для растворенныхъ веществъ растетъ съ температурой гораздо быстрѣе осмотическаго давленія.

Более общее выраженіе скорости.

Такъ какъ въ природѣ полупроницаемыя перепонки (постѣночный слой плазмы клѣтокъ) обыкновенно соприкасаются не съ чистой водой, а съ растворами, то для приложенія выведенной формулы скорости выдѣленія воды нужно ввести соотвѣтствующія поправки. Предположимъ, что перепонка A соприкасается съ растворомъ, концентрація котораго въ n_1 разъ больше таковой раствора въ сосудѣ, причемъ $n_1 \lesseqgtr 1$. Тогда осмотическое дѣйствіе вещества въ сосудѣ будетъ ослаблено дѣйствіемъ вещества внѣ его. Такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи, то фильтраціи будетъ противодѣйствовать уже не сила P_A, а сила $P_A - n_1 P_A$ т. е. $P_A (1 - n_1)$. Разсуждая такимъже образомъ, найдемъ, что осмотическое сосаніе въ сосудъ черезъ перепонку B будетъ производиться подъ дѣйствіемъ силы $P_B (1 - n_2)$, если перепонка B соприкасается съ растворомъ концентраціи въ n_2 разъ большей, чѣмъ концентрація раствора въ сосудѣ. Такимъ образомъ формула для скорости перепишется такъ: (см. формулы VII, VIII и IX).

$$v = \frac{P_x - P_A}{a} = \frac{P_0\,[(1 - h_1\alpha_B)(1 - n_2) + (1 - h\alpha_A)(1 - n_1) - 2(1 - h\alpha_A)(1 - n_1)]}{2a} =$$

$$= \frac{P_0\,[(1 - h_1\alpha_B)(1 - n_2) - (1 - n_1)(1 - h\alpha_A)]}{2a} =$$

$$= \varphi\,\frac{CT}{2a}\,[1 + (m - 1)\beta]\,[(1 - h_1\alpha_B)(1 - n_2) - (1 - n_1)(1 - h\alpha_A)] = \ldots\ldots \quad (X)$$

$$= \frac{1}{2a}\,\varphi . CT\,[1 + (m - 1)\beta] . [h\alpha_A(1 - n_1) - h_1\alpha_B(1 - n_2) - n_2 + n_1] \ldots . \quad (XI)$$

Изъ формулы (X) видно, что при $n_1 = n_2 = 1$. т. е., когда концентрація жидкости внѣ сосуда равна у обѣихъ перепонокъ концентраціи жидкости въ сосудѣ, односторонній водный токъ не идетъ (т. е. $v = 0$). При $n_2 > 1$ и $n_1 \leqslant 1$ токъ идетъ въ обратную сторону, такъ какъ v отрицательно. При $n_2 < 1$ и $n_1 > 1$ т. е. когда со стороны перепонки A находится жидкость концентрированѣе чѣмъ жидкость въ сосудѣ, выдѣленіе жидкости черезъ перепонку A совершается.

Въ случаѣ $n_2 < 1$ и $n_1 < 1$ водный токъ можетъ итти въ ту или другую сторону или прекратиться вовсе.

1) Въ положительномъ направленіи т. е. черезъ перепонку A выдѣленіе жидкости идетъ когда $(1 - h_1\alpha_B)(1 - n_2) > (1 - n_1)(1 - h\alpha_A)$ или когда $\frac{1 - h_1\alpha_B}{1 - h\alpha_A} > \frac{1 - n_1}{1 - n_2}$, слѣдовательно когда отношеніе плазмотическихъ давленій, возбуждаемыхъ перепонками B и A, больше отношеній разностей концентрацій растворовъ, находящихся у перепонокъ A и B и раствора находящагося въ сосудѣ $\left(\frac{1 - h_1\alpha_B}{1 - h\alpha_A} = \frac{P_0(1 - h_1\alpha_B)}{P_0(1 - h\alpha_A)} = \frac{P_B}{P_A};\ \text{и}\ \frac{1 - n_1}{1 - n_2} = \frac{c - cn_1}{c - cn_2}\right)$. При перепонкахъ A и B съ одинаковой проницаемостью для растворенныхъ веществъ, т. е. при $P_A = P_B$ неравенство приметъ видъ: $1 > \frac{1 - n_1}{1 - n_2}$ или $n_2 < n_1$. Этотъ случай отвѣчаетъ выдѣленію жидкости въ нектаріяхъ. Водный токъ идетъ въ сторону большей концентраціи

внѣ сосуда, какъ въ нектаріяхъ происходитъ выдѣленіе жидкости изъ клѣтокъ въ сторону избытка сахара, находящагося на ихъ наружной поверхности. *Такимъ образомъ формула (X) заключаетъ въ себѣ, какъ частный случай, также и третью схему Pfeffer'а.*

2) Если отношеніе осмотическихъ давленій $\frac{P_B}{P_A}$ меньше отношенія разностей концентрацій $\frac{c-cn_1}{c-cn_2}$, то токъ идетъ въ обратномъ направленіи такъ, какъ v дѣлается отрицательнымъ.

3) Если эти отношенія наконецъ равны между собой, то водный токъ не идетъ черезъ сосудъ.

Сказанное при разборѣ формулы IX остается очевидно справедливымъ и для формулы X.

Концентрація выдѣляющейся жидкости.

При разборѣ выдѣленія растворовъ у растеній намъ не разъ понадобится имѣть представленіе о концентраціи жидкости, выдѣляющейся изъ клѣтокъ. Мнѣ кажется поэтому очень желательнымъ разсмотрѣть также и этотъ вопросъ съ теоретической стороны.

При выводѣ формулы для скорости выдѣленія воды изъ сосуда мы обозначили черезъ α отношеніе числа граммовъ p растворенаго вещества, проходящихъ осмосомъ черезъ одинъ кв. сант. перепонки (см. таблица) въ одну минуту, къ концентраціи жидкости c въ сосудѣ, выраженной въ промилляхъ (т. е. граммахъ въ 1 литрѣ раствора). Если скорость v мы выразимъ въ минутахъ и кубич. сантиметрахъ черезъ одинъ кв. сантим. перепонки, то нетрудно видѣть, что концентрація выдѣляющейся изъ сосуда жидкости есть $\frac{1000\,p}{v}$ ‰ (такъ какъ въ то время какъ изъ сосуда выходитъ v куб. сант. жидкости, успѣваетъ перейти черезъ перепонку p граммъ вещества); но $p = c.\alpha$ слѣдовательно искомая концентрація жидкости есть $\frac{1000\,c\cdot\alpha}{v}$. Очень возможно однако, что съ увеличеніемъ скорости фильтраціи увеличивается также и α, поэтому ближе къ истинѣ будетъ выраженіе для концентраціи, выдѣляющейся жидкости: $\frac{1000\,c\cdot\alpha\cdot A}{v}$, гдѣ A есть функція отъ v.

Гл. 4. Приложеніе выведенныхъ формулъ къ случаю выдѣленія воднаго раствора у Pilobolus.

Математически обосновавъ I схему Pfeffer'а, обращаюсь къ обсужденію возможности приложенія выведенныхъ формулъ къ случаю секреціи воднаго раствора у Pilobolus.

Необоснованность возраженія Годлевскаго первой схемѣ Пфеффера.

Однимъ изъ главныхъ противорѣчій I-ой гипотезы Pfeffer'а, какъ мы видѣли, является фактъ слабой концентраціи выдѣляющейся изъ растеній жидкости. По мнѣнію Годлевскаго, подкрѣпленнымъ опытомъ надъ сосудомъ съ двумя перепонками изъ пузыря, концентрація выдѣляющейся изъ клѣтки жидкости не должна быть меньше концентраціи

клѣточнаго сока. Теоретическая необоснованность такого мнѣнія мнѣ кажется очевидна. Ни одна изъ существующихъ гипотезъ относительно осмоса черезъ перепонки не можетъ допустить, чтобы подъ вліяніемъ какого бы то ни было давленія полупроницаемая перепонка совершенно переставала задерживать растворенныя въ клѣточномъ соку вещества. Такой, а не иной результатъ опыта Годлевскаго долженъ, мнѣ кажется, объясниться другимъ путемъ, именно возможностью образованія или увеличенія сквозныхъ отверстій въ пузырѣ или пергаментной бумагѣ подъ вліяніемъ давленія. Природа такихъ перепонокъ вообще сильно отличается отъ природы осадочныхъ, неудивительно если и опытъ съ первыми приведетъ къ инымъ результатамъ, чѣмъ опытъ съ послѣдними. Какъ мы видѣли уже раньше, экзосмосъ растворенныхъ въ клѣточномъ соку веществъ необходимъ для секреціи воды наружу, но величина его, зависящая только отъ состава полупроницаемой перепонки, можетъ быть очень незначительной. Поэтому въ томъ, что концентрація жидкости выдѣляющейся на спорангіеносцахъ Pilobolus гораздо слабѣе концентраціи клѣточнаго сока, нельзя ни въ какомъ случаѣ видѣть противорѣчія первой гипотезѣ Pfeffer'a.

Если въ спорангіеносцахъ Pilobolus будутъ имѣться на лицо всѣ условія, необходимыя для существованія односторонняго воднаго тока, направленнаго въ сторону воздушныхъ частей клѣтки, то выдѣленіе жидкости наружу очевидно будетъ совершаться. Насколько эти условія, опредѣляемыя формулой (X), въ дѣйствительности оказываются выполненными у Pilobolus, видно изъ слѣдующихъ соображеній. Выдѣленіе воды у Pilobolus идетъ, какъ мы знаемъ, и при помѣщеніи дерновинокъ гриба на дестиллированную воду, концентрація же выдѣляющейся жидкости меньше концентраціи клѣточнаго сока, поэтому въ формулѣ (X) нужно принять $n_2 = 0$, $n_1 < 1$. Выдѣленіе воды изъ клѣтки должно поэтому совершаться если

Приложеніе первой схемы Пфеффера къ случаю выдѣленія воды у Pilobolus.

$$\frac{1-h_1\alpha_B}{1-h\alpha_A} > 1-n_2 \text{ или когда } \frac{P_B}{P_A} > \frac{3}{4},$$

такъ какъ у Pilobolus концентрація выдѣляющейся жидкости въ 4 раза слабѣй (около того) чѣмъ концентрація клѣточнаго сока. Такимъ образомъ если бы осмотическое давленіе развиваемое нижними (погруженными въ воду) частями спорангіеносцевъ было больше развиваемаго верхними (выдѣляющими воду) ихъ частями, или если отношеніе перваго ко второму по крайней мѣрѣ было бы больше $^3/_4$, то условія для выдѣленія воды воздушными частями спорангіеносцевъ были выполнены.

Объ относительной величинѣ осмотическихъ давленій, развиваемыхъ всасывающими и выдѣляющими частями спорангіеносцевъ можно судить по слѣдующему опыту.

I опытъ, показывающій различіе осмотическихъ давленій, возбуждаемыхъ всасывающей и фильтрующей перепонками у Pilobolus.

Съ молодыхъ спорогенныхъ нитей гриба обмываніемъ и потираніемъ кисточкой удалялся тонкій слой жировыхъ веществъ до тѣхъ поръ, пока нити не начинали легко смачиваться водой; послѣ этого молодые спорангіеносцы вмѣстѣ съ нижнимъ своимъ расширеніемъ отрѣзались отъ мицелія и отмывались отъ приставшихъ частицъ субстрата. Одна часть такимъ образомъ отпрепарованныхъ спорангіеносцевъ погружалась воздушными частями въ воду и укрѣплялась въ такомъ положеніи, чтобы нижнія расширенія выстав-

лялись въ воздухъ. Другая часть спорангіеносцевъ погружалась въ воду нижними расширеніями и нитями оставалась въ воздухѣ. По прошествіи 12 — 15 часовъ (обыкновенно утромъ слѣдующаго дня) спорангіеносцы, нижнія расширенія которыхъ оставались въ воздухѣ, мало измѣнялись; они сохраняли свой тургоръ, но не развивали верхнихъ вздутій, несмотря на то, что споры въ спорангіяхъ созрѣвали нормально. Напротивъ того на спорангіеносцахъ, нижнія расширенія которыхъ были погружены въ воду, нормально раздувались верхнія расширенія и обильно выступали капли. Этотъ опытъ съ убѣдительностью показываетъ, что плазматическая оболочка только нижнихъ расширеній можетъ дать достаточное для раздутія верхнихъ расширеній осмотическое давленіе. Такимъ образомъ въ спорангіеносцахъ Pilobolus осмотическое давленіе, развиваемое воздушными частями, меньше давленія, развиваемаго частями клѣтки, погруженными въ субстратъ, а слѣдовательно $\frac{P_B}{P_A} > 1$ а тѣмъ болѣе и $^3/_4$.

II опытъ съ тою же цѣлію.

Слѣдующій опытъ приводитъ къ тому же. Отпрепарованные, какъ въ предыдущемъ опытѣ, зрѣлые спорангіеносцы Pilobolus укрѣплялись верхними расширеніями въ мокрой фильтровальной бумагѣ такъ, чтобы нижнія расширенія выставлялись наружу, и подвергались внезапному дѣйствію паровъ хлороформа (см. стр. 19). Однако несмотря на продолжительное ихъ дѣйствіе на выставлявшихся изъ бумаги нижнихъ расширеніяхъ не появлялось ни одной капли жидкости. Между тѣмъ уменьшеніе объема спорангіеносцевъ и почти полная потеря ими тургора указывали на выходъ значительнаго количества клѣточнаго сока наружу черезъ верхнія расширенія. Трудно предположить специфическое дѣйствіе ядовитыхъ паровъ исключительно на плазматическую оболочку верхнихъ расширеній, поэтому выхожденіе изъ послѣднихъ сока нужно приписать ихъ меньшему сопротивленію фильтраціи сока. Сопротивленіе же перепонки фильтраціи, какъ мы знаемъ, зависитъ главнымъ образомъ только отъ высоты осмотическаго давленія, развиваемаго этой перепонкой (см. стр. 30). Такимъ образомъ и этотъ опытъ указываетъ на то, что осмотическое давленіе, развиваемое выдѣляющими воду частями плазматической оболочки, меньше осмотическаго давленія, доставляемаго всасывающими частями.

Выводъ.

Мы приходимъ такимъ образомъ къ выводу, что *выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus происходитъ вслѣдствіе неравной проницаемости для растворенныхъ веществъ всасывающей и фильтрующей перепонокъ спорангіеносцевъ* (сохраняются названія, употреблявшіяся при экспериментальномъ разборѣ процесса).

Требованія формулы для скорости выдѣленія воды (X) вполнѣ согласны съ фактами, описанными въ первой части работы.

Убѣдившись въ возможности приложенія формулы (X) къ процессу выдѣленія воднаго раствора спорангіеносцами Pilobolus, посмотримъ, какимъ образомъ можно объяснить при ея помощи описанные раньше факты и опыты.

Мы уже знаемъ, что по перенесеніи дерновинокъ гриба на растворъ поваренной соли, изотоническій съ клѣточнымъ сокомъ спорангіеносцевъ, выдѣленіе жидкости прекращается. Тотъ же фактъ предсказывается и формулой (X). Въ этомъ случаѣ $n_2 = 1$ и скорость выдѣленія отрицательна, т. е. водный токъ идетъ въ обратномъ направленіи,; поэтому кромѣ

прекращенія секреціи нужно ждать и обратнаго всасыванія уже выдѣленной жидкости; послѣднее дѣйствительно наблюдается. Однако часто на одномъ и томъ-же спорангіеносцѣ однѣ капли медленно всасываются, другія же остаются на поверхности клѣтки даже послѣ полной потери ею тургора. Явленіе сдѣлается понятнымъ, если вспомнимъ, что поверхность спорангіеносцевъ покрыта тонкимъ и неравномѣрнымъ слоемъ жировыхъ веществъ, отдѣляющихъ выдѣлившіяся капли отъ жидкости пропитывающей оболочку.

Мы видѣли, что искусственное увеличеніе концентраціи клѣточнаго сока спорангіеносцевъ ведетъ къ усиленію секреціи; тотъ же фактъ предсказывается и формулой (X), въ которой скорость секреціи пропорціональна концентраціи клѣточнаго сока (или строго говоря почти пропорціональна, такъ какъ h измѣняется нѣсколько съ концентраціей). Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію фактовъ, указывающихъ на измѣненіе проницаемости плазматической оболочки спорангіеносцевъ.

Раньше было показано, что скорость проникновенія воды черезъ плазматическую оболочку при плазмолизѣ сильно понижена у зрѣлыхъ спорангіеносцевъ, въ соотвѣтствіи съ чѣмъ находится также ихъ слабая секреціонная дѣятельность (см. стр. 9). Скорости плазмолиза и «деплазмолиза» представляютъ собою скорость осмотическаго всасыванія. Какъ видно изъ формулы VI, гдѣ примѣнительно къ данному случаю $P_x = O$, скорость осмотическаго всасыванія пропорціональна концентраціи сосущаго раствора (такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи), что впрочемъ было найдено экспериментальнымъ путемъ и Pfeffer'омъ (III p. 104 — 109). Такъ какъ однако концентрація клѣточнаго сока спорангіеносцевъ мало измѣняется при созрѣваніи, то уменьшеніе скорости надо приписать увеличенію a (въ формулѣ VI), т. е. увеличенія внутренняго тренія, что приводитъ естественно и къ уменьшенію скорости выдѣленія воды (см. форм. X).

Очень возможно, что паралелльно съ увеличеніемъ внутренняго тренія при созрѣваніи спорангіеносцевъ уменьшается также проницаемость плазматической оболочки воздушныхъ частей клѣтокъ для веществъ растворенныхъ въ соку. При этомъ, какъ это видно изъ форм. (X), скорость секреціи то же уменьшается [1]), а давленіе въ клѣткѣ увеличивается (формула II). Это давленіе можетъ наконецъ сдѣлаться больше, чѣмъ то, которое въ состояніи еще выдержать наиболѣе слабыя мѣста стѣнки клѣтки (Columella), что естественно ведетъ къ лопанію спорангіеносцевъ. Процессы, совершающіеся въ плазматической оболочкѣ подъ дѣйствіемъ свѣта и слабыхъ дозъ наркотизирующихъ веществъ, какъ мы знаемъ, аналогичны въ отношеніи скорости выдѣленія воды у Pilobolus процессамъ, нормально происходящимъ при созрѣваніи спорангіеносцевъ; поэтому способъ примѣненія формулъ остается тѣмъ-же и въ этомъ случаѣ.

---

1) Чтобы яснѣе видѣть зависимость скорости выдѣленія воды отъ проницаемости перепонки для растворенныхъ веществъ (т. е. α_A и α_B), формула (X) переписана въ другомъ видѣ — формула XI —; при увеличеніи α_A и α_B въ одно и то же число разъ, разность $h\alpha_A(1-n_1) - h\alpha_B(1-n_2)$ увеличивается во столько же разъ.

При дѣйствіи ядовъ, сильныхъ дозъ наркотизирующихъ веществъ и энергичныхъ физическихъ раздражителей, какъ было описано раньше, происходитъ уменьшеніе внутренняго тренія воды при прохожденіи плазматической оболочки (такъ какъ скорости плазмолиза и обратнаго возстановленія тургора увеличиваются (см. стр. 17). Параллельно съ этимъ замѣчается и сильное увеличеніе проницаемости послѣдней для растворенныхъ веществъ. Концентрація выдѣляющейся жидкости дѣлается почти въ три раза больше послѣ химическаго раздраженія. Какъ то, такъ и другое ведетъ согласно формулѣ (X) къ увеличенію скорости выдѣленія воды, что, какъ мы знаемъ, наблюдается и въ дѣйствительности.

Что касается теперь вліянія температуры на скорость выдѣленія воднаго раствора у Pilobolus, то, какъ это было еще указано при разборѣ формулы IX (стр. 32), послѣдняя должна увеличиваться гораздо быстрѣе осмотическаго давленія, такъ какъ въ формулу входитъ проницаемость перепонки для растворенныхъ веществъ, которая быстро увеличивается съ температурой (см. кривую Rysselberhg'а стр. 13). Поэтому скорость выдѣленія воды изъ спорангіеносцевъ должна согласно формулѣ (XI) увеличиваться еще быстрѣе, чѣмъ проницаемость плазматической оболочки для растворенныхъ веществъ, что подтверждается, какъ мы знаемъ, и опытомъ (см. кривыя на стр. 13).

При экспериментальномъ описаніи секреціи у Pilobolus мною было высказано предположеніе о возможности различнаго отношенія всасывающей и выдѣляющей воду частей плазматической оболочки къ возвышенію температуры; именно, какъ было тогда указано, проницаемость плазматической оболочки воздушныхъ частей спорангіеносцевъ (т. е. выдѣляющей, фильтрующей перепонки A) повидимому растетъ съ температурой быстрѣе, чѣмъ проницаемость плазматической оболочки нижнихъ ихъ частей (т. е. всасывающей перепонки B), что и вліяетъ на болѣе крутой подъемъ кривой скоростей выдѣленія сравнительно съ кривой Rysselberhg'а (см. стр. 13). Предположеніе это вполнѣ согласно и съ формулой (XI), такъ какъ при болѣе сильномъ вліяніи температуры на α_A (т. е. при болѣе сильномъ увеличеніи послѣдняго), чѣмъ на α_B, разность $h\alpha_A(1-n_1)-h\alpha_B(1-n_2)$ — а слѣдовательно и скорость выдѣленія воды увеличивается скорѣй, чѣмъ при равномѣрномъ вліяніи.

Заключеніе. Такимъ образомъ результаты всѣхъ описанныхъ въ первыхъ главахъ этой работы опытовъ находятся въ полномъ согласіи съ выведенными теоретически формулами. Я не вижу поэтому никакихъ основаній считать первую схему Пфеффера неприложимой къ объясненію активнаго выдѣленія воднаго раствора спорангіеносцами Pilobolus; напротивъ того только она одна, мнѣ кажется, и объясняетъ явленіе во всей его полнотѣ и сложности.

Резюмируя все изложенное относительно секреціи воднаго раствора спорангіеносцами Pilobolus, мы приходимъ такимъ образомъ къ выводу, что этотъ процессъ есть механическая необходимость осмотическихъ свойствъ плазматической оболочки клѣтокъ и можетъ

быть подвергнутъ какъ и всякій другой физическій процессъ математическому анализу. Осмотическія свойства же живой протоплазменной перепонки отличаются отъ свойствъ мертвой осадочной своею измѣнчивостью, подъ вліяніемъ внутреннихъ факторовъ (напр. созрѣванія), а также внѣшнихъ не оказывающихъ никакого дѣйствія на свойства осадочныхъ перепонокъ. Бо́льшая способность къ реакціямъ, какъ извѣстно, есть неотъемлемый признакъ всего живого. Благодаря такой особенности плазматическихъ перепонокъ, процессъ выдѣленія воднаго раствора спорангіеносцами можетъ быть названъ физіологическимъ.

Гл. 5. Секреція воднаго раствора другими Mucoraceae.

На первомъ мѣстѣ послѣ Pilobolus по количеству выдѣляющагося на спорангіеносцахъ раствора нужно поставить Phycomyces nitens. Подобно тому какъ это наблюдается у Pilobolus самое энергичное выдѣленіе капель происходитъ у этого гриба на кончикѣ спорогенной нити, едва поднявшейся изъ субстрата; ко времени зрѣлости спорангіеносцы Phycomyces часто покрываются также множествомъ мелкихъ капель. Въ большинствѣ же случаевъ однако вмѣсто послѣднихъ въ одномъ или двухъ мѣстахъ спорангіеносцевъ выступаютъ крупныя капли. То же самое нужно сказать относительно видовъ Mucor, которые какъ извѣстно очень мало отличаются отъ Phycomyces своими морфологическими и физіологическими свойствами. У обоихъ грибовъ первыя капли выдѣляющейся жидкости имѣютъ слабо-щелочную реакцію, отъ присутствія углекислыхъ щелочей, которая впослѣдствіи дѣлается кислой вслѣдствіи выдѣленія щавелевой кислоты и ея гомологовъ. Въ особенности же много кислотъ выдѣляется при маломъ доступѣ воздуха. Концентрація выдѣляющейся жидкости у обоихъ грибовъ колеблется около 0,5%, при чемъ главную массу твердаго остатка составляютъ неорганическія соединенія (изъ органическихъ соединеній присутствуютъ только кислоты).

Болѣе подробно изслѣдовать выдѣленіе водныхъ растворовъ у Phycomyces и Mucor, какъ это было сдѣлано для Pilobolus, къ сожалѣнію не представлялось возможнымъ, такъ какъ процессъ выдѣленія воды идетъ у этихъ плѣсней слишкомъ медленно. Мнѣ удалось однако констатировать, что послѣ удаленія выдѣлившихся капель, несмотря на продолжительное пребываніе части спорангіеносца, изъ которой происходило выдѣленіе, въ мокрой фильтровальной бумагѣ, новыя капли медленно собирались на тѣхъ же мѣстахъ клѣтокъ. Нужно думать поэтому, что, аналогично Pilobolus, выдѣленіе воды у Mucor и Phycomyces совершается вслѣдствіе разности осмотическихъ свойствъ плазматическихъ перепонокъ воздушныхъ и погруженныхъ частей спорангіеносцевъ. Если здѣсь выдѣленіе идетъ обыкновенно только въ нѣсколькихъ точкахъ поверхности клѣтокъ, то это очевидно должно приписать болѣе неравномѣрному строенію ихъ плазматической оболочки. Выдѣленіе воднаго раствора идетъ въ сторону наименьшаго сопротивленія т. е. наибольшаго α (см. формулы); въ мѣстахъ выхожденія капель на спорангіеносцахъ Mucor и Phycomyces α должно быть

поэтому въ особенности велико въ сравненіи съ остальным частямии перепонки. Сообщенными фактами мнѣ пришлось ограничиться въ своихъ изслѣдованіяхъ надъ выдѣленіемъ воды у Mucor и Phycomyces; нужно думать однако, что данныя, найденныя для Pilobolus, можно съ большою степенью вѣроятности отнести и къ послѣднимъ грибамъ.

Гл. 6. Выдѣленіе воднаго раствора у Vaucheria.

Среди несептированныхъ растеній нельзя не отмѣтить земноводную Vaucheria, клѣтки которой подобно спорангіеносцамъ Mucoraceae выдѣляютъ водныя капли частями, выставляющимися въ воздухъ. Чаще всего выдѣленіе воды идетъ изъ растущихъ кончиковъ водоросли, выставляющихся изъ воды, при чемъ послѣ удаленія капель пипеткой новыя капли появляются всегда на тѣхъ же самыхъ мѣстахъ. Энергія выдѣленія воды здѣсь хотя и не такъ велика, какъ у Pilobolus, но все же значительно больше, чѣмъ у Mucor и даже Phycomyces. Необходимымъ условіемъ выдѣленія подобно тому же у Mucoraceae является достаточная влажность атмосферы (не ниже 98 относит.), безъ чего немыслима вообще воздушная вегетація Vaucheria; при этомъ необходимо также соприкосновеніе одной части клѣтки съ капельно-жидкой водой.

Въ томъ, что у Vaucheria односторонній токъ воды, идущій черезъ клѣтку, обусловливается также осмотическимъ давленіемъ внутри клѣтки, убѣждаетъ насъ опытъ съ замѣною 0,05% кноповскаго раствора, въ которомъ культивировалась водоросль, на 1%-ный. Въ такомъ растворѣ выдѣленіе капель останавливается, возобновляясь однако вновь въ первоначальномъ растворѣ. Съ другой стороны выдѣленіе капель, какъ было уже упомянуто, происходитъ въ совершенно опредѣленныхъ и ограниченныхъ числомъ мѣстахъ клѣтки. Это обстоятельство заставляетъ думать, что водный токъ черезъ клѣтку идетъ и здѣсь, какъ у Mucoraceae, вслѣдствіе большей проницаемости плазматической оболочки въ мѣстахъ выхожденія капель изъ клѣтки.

Что касается состава жидкости, выдѣляющейся изъ клѣтокъ, то въ ней, какъ показываетъ анализъ, находится около 0,3% твердыхъ веществъ въ растворѣ, изъ которыхъ главная масса приходится на минеральныя соединенія. Изъ органическихъ веществъ, отсутствовавшихъ, какъ мы знаемъ, у Mucoraceae (исключительно составляютъ только органическія кислоты у Mucor и Phycomyces), мною была найдена въ жидкости выдѣляемой Vaucheria только глюкоза, имѣющая здѣсь повидимому прямое отношеніе къ ассимиляціонной дѣятельности зеленой клѣтки, такъ какъ въ жидкости, выдѣляемой водорослью въ темнотѣ, глюкоза отсутствуетъ. Среди неорганическихъ веществъ, находящихся въ выдѣляющемся растворѣ, преобладаютъ кислая углекислая известь, гипсъ и сѣрнокислый калій.

Если перечислить осмотическое значеніе растворенныхъ въ жидкости веществъ приблизительно на калійную селитру (принимая, что глюкоза составляетъ около $\frac{1}{4}$, а остальныя минеральныя вещества находятся въ равномъ количествѣ), то концентрація выдѣляющагося

раствора $cn_1 = 0,17\%$. Плазмолизъ бывшей у меня Vaucheria начинался при 2,9% селитры такъ что $c = 2,9\%$, а слѣдовательно $n_1 = \frac{1}{17}$, что почти въ 4 раза меньше, чѣмъ у Pilobolus.

Обращаюсь теперь къ описанію вліянія внѣшнихъ факторовъ на энергію выдѣленія воды у Vaucheria. Согласно требованію формулы XI, дѣйствіе температуры и ядовъ оказывается совершенно схоже съ таковымъ описаннымъ для Pilobolus.

Относительно дѣйствія температуры нужно замѣтить однако, что кривая энергіи выдѣленія воды здѣсь еще болѣе выпукла къ оси абсциссъ, чѣмъ у Pilobolus.

Характернымъ для Vaucheria является слѣдующая особенность въ усиленномъ выдѣленіи раствора подъ вліяніемъ ядовъ. Выдѣленіе водныхъ капель, какъ было уже упомянуто, совершается только въ немногихъ мѣстахъ водоросли. Если же подвергнуть Vaucheria раздражающему дѣйствію яда, напр. избытка паровъ спирта, то почти вся поверхность воздушной части клѣтки покрывается каплями выдѣляющагося раствора. Такимъ образомъ число мѣстъ выхожденія капель увеличивается чуть ли не въ 50—80 разъ. Въ той же степени увеличивается часто и энергія выдѣленія. Эффектъ получается нѣсколько меньшій, если испытуемый ядъ прибавляется къ культурной жидкости.

Заканчивая этотъ отдѣлъ работы, считаю возможнымъ сдѣлать изъ всего вышеизложеннаго слѣдующій выводъ. Выводъ.

Выдѣленіе водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями для своего объясненія не нуждается въ допущеніи какихъ-нибудь еще неизвѣстныхъ намъ сложныхъ жизненныхъ процессовъ, происходящихъ въ клѣткѣ; вполнѣ удовлетворительное объясненіе его мы находимъ въ осмотическихъ свойствахъ плазматической оболочки; съ другой стороны, полное согласіе данныхъ, полученныхъ при изученіи выдѣленія воды у одноклѣтныхъ растеній съ требованіями выведенныхъ формулъ косвеннымъ образомъ служитъ подтвержденіемъ послѣднихъ [1]).

II. Выдѣленіе водныхъ растворовъ многоклѣтными растеніями.

Въ предыдущемъ отдѣлѣ работы было разобрано выдѣленіе водныхъ растворовъ несептированными растеніями. Во всѣхъ описанныхъ случаяхъ, какъ мы видѣли, одна и та же клѣтка всасываетъ воду изъ жидкости, въ которую погружена большая и меньшая часть ея, и выталкиваетъ ее наружу черезъ свои воздушныя части. Въ септированныхъ растеніяхъ мы встрѣчаемся съ распредѣленіемъ этого процесса между многими клѣтками. Однѣ изъ

1) Къ сожалѣнію я не могу представить въ этой работѣ опытную провѣрку этихъ формулъ надъ осадочными перепонками, такъ какъ мои изслѣдованія въ этомъ направленіи еще далеко не закончены.

нихъ, погруженныя въ жидкость, всасываютъ воду, другія подводятъ ее къ мѣсту выдѣленія, третьи наконецъ выталкиваютъ ее наружу. При этомъ допустимы различныя комбинаціи мѣстъ нахожденія движущихъ силъ воднаго тока. Такъ напр. можетъ случиться, что одна только выдѣляющая наружу клѣтка производитъ односторонній токъ черезъ всѣ остальныя клѣтки; но допустимо также, что и всасываніе и выталкиваніе воды идутъ самостоятельно и только соединяющія клѣтки являются пассивными проводниками односторонняго тока и т. д. Простѣйшій случай такой сложной выдѣлительной системы клѣтокъ будетъ очевидно септированная нить, погруженная одною своею частью въ жидкость, другою—выставляющаяся въ воздухъ. Съ небольшимъ усложненіемъ мы встрѣчаемъ эту систему осуществленною въ мицеліи септированныхъ грибовъ. Усложненіе заключается въ разнообразномъ вѣтвленіи клѣточной нити. Такимъ образомъ односторонній токъ здѣсь, слѣдуя развѣтвленію, расщепляется на все болѣе слабые или мелкіе токи. При этомъ, если нити мицелія, поднявшись надъ субстратомъ, вновь входятъ въ него своимъ окончаніемъ, то дѣлается возможнымъ токъ и въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ.

Въ предыдущемъ отдѣлѣ мы убѣдились въ возможности примѣненія математическаго анализа къ объясненію причины выдѣленія воды одноклѣтными растеніями и вліянію на него различныхъ внѣшнихъ воздѣйствій; весьма вѣроятно поэтому, что при изученіи выдѣленія воднаго раствора многоклѣтными растеніями примѣненіе математическаго изслѣдованія можетъ оказать намъ значительную помощь при толкованіи опытовъ. Поэтому, отступая отъ порядка предыдущаго отдѣла, намѣреваюсь прежде всего теоретически разобрать простѣйшую выдѣлительную клѣточную систему.

А. Теоретическія основанія выдѣленія раствора системой клѣтокъ.

Пусть имѣется рядъ соприкасающихся между собой клѣтокъ I, II.... n-ая съ концентраціями сока c_1, c_2, c_3 .... c_m и проницаемостями ихъ плазматическихъ оболочекъ α_1, α_2 ..... α_n. Предположимъ далѣе, что изъ первой клѣтки вслѣдствіе неравнаго строенія плазматической оболочки (т. е. вслѣдствіе того, что плазматическая оболочка наружной ея части имѣетъ проницаемость α_A, а части ея, прилегающей къ II клѣткѣ — α_B) происходитъ выдѣленіе раствора наружу. Такъ какъ только одна послѣдняя n-ая клѣтка предполагается находящейся въ соприкосновеніи съ неограниченнымъ количествомъ воды или раствора, то односторонній водный токъ, возбуждаемый первой клѣткой, неизбѣжно долженъ проходить черезъ всю систему клѣтокъ.

Формула скорости выдѣленія воды для многоклѣтной системы.

Такъ какъ жидкость, выходящая изъ II-ой клѣтки, имѣетъ концентрацію $\frac{A\ 1000\, c_2\, \alpha_2}{v}$ (см. стр. 34), жидкость же, всасывающаяся I-ой клѣткой,—концентрацію, въ общемъ большую или меньшую, то въ клѣточной стѣнкѣ, отдѣляющей I-ую и II-ую клѣтку, будетъ происходить накопленіе или уменьшеніе растворенпаго вещества до тѣхъ поръ, пока концентрація жидкости, выходящей изъ II клѣтки, не сдѣлается равной концентраціи жидкости, всасывающейся I-ой клѣткой. Если обозначимъ концентрацію раствора, насыщающаго оболочку между I и

II клѣтками, когда наступитъ означенное равновѣсіе, черезъ c_0, то очевидно будетъ выполнено равенство: $\frac{A\ 1000\, c_2\, \alpha_2}{v} = \frac{c_0\, \alpha_B\ 1000\ A}{v}$, откуда $c_0 = \frac{c_2\ \alpha_2}{\alpha_B}$. Концентрація c_0 будетъ поддерживаться все время существованія воднаго тока, такъ какъ въ единицу времени уходить будетъ столько же раствореннаго вещества въ оболочку, сколько и прибывать вновь. Формула (X) для скорости выдѣленія воднаго раствора изъ I-ой клѣтки ряда должна быть поэтому соотвѣтственно измѣнена. Такъ какъ въ разбираемомъ случаѣ $n_2 = \frac{c_2\ \alpha_2}{c_1\ \alpha_B}$, то формула (X) приметъ видъ:

$$v = \varphi \frac{1}{2a} CT \left[1 + (m-1)\beta\right] \left[(1-h_1\alpha_B)\left(1 - \frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}\right) - (1-h\alpha_A)(1-n_1)\right]. \quad \text{(XIII)}$$

Изъ послѣдней формулы видно, что при $n_1 < 1$ односторонній водный токъ можетъ идти лишь въ томъ случаѣ когда,

$$\frac{c_2\ \alpha_2}{c_1\ \alpha_B} < 1 \text{ т. е. когда } c_2\ \alpha_2 < c_1\ \alpha_B \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(XIV)}$$

такъ какъ въ противномъ случаѣ скорость v дѣлается отрицательною.

Если неравенство XIV выполнено, то первая клѣтка сосетъ воду изъ второй клѣтки ряда, послѣдняя въ свою очередь сосетъ воду изъ третьей клѣтки и т. д., самая-же послѣдняя клѣтка ряда, n-ая, покрываетъ свою потерю въ водѣ сосаніемъ воды изъ сосуда. Такъ какъ осмотическій токъ воды идетъ въ сторону большаго осмотическаго давленія, т. е. большей концентраціи раствора, то концентраціи сока клѣтокъ и жидкостей, насыщающихъ оболочки, отдѣляющія ихъ, должны постепенно убывать. Оболочка второй и третьей клѣткой по вышеизложенному насыщена растворомъ концентраціи $\frac{c_3\ \alpha_3}{\alpha_2}$; оболочка между третьей и четвертой насыщена жидкостью концентраціи $\frac{c_4\,\alpha_4}{\alpha_3}$ и т. д. Поэтому для возможности сосанія должны быть выполнены слѣдующія неравенства: Условіе возможности воднаго тока.

$$\frac{c_2\ \alpha_2}{\alpha_B} > c_2\ (1);\ c_2 > \frac{c_3\ \alpha_3}{\alpha_2}\ (2),\ \frac{c_3\ \alpha_3}{\alpha_2} > c_3\ (3);\ c_3 > \frac{c_4\alpha_4}{\alpha_3}\ (4);\ \frac{c_4\alpha_4}{\alpha_3} > c_4\ (5);\ c_4 > \frac{c_5\alpha_5}{\alpha_4}\ (6) \text{ и т. д.}$$

или что тоже

$$\alpha_2 > \alpha_B (7);\ c_2\alpha_2 > c_3\alpha_3 (8);\ \alpha_3 > \alpha_2 (9);\ c_3\alpha_3 > c_4\alpha_4 (10);\ \alpha_4 > \alpha_3\ (11) \ldots\ldots\ c_n > c_0.$$

Такъ какъ при $\alpha_2 > \alpha_B$ неравенство XIV можетъ быть лишь тогда выполнено, когда $c_1 > c_2$; при $\alpha_3 > \alpha_2$, неравенство (8), когда $c_2 > c_3$ и т. д., то для возможности осмотическаго сосанія долженъ быть выполненъ такимъ образомъ добавочный рядъ неравенствъ: $c_1 > c_2 > c_3 > c_4 > \ldots c_{n-1} > c_{n2} > c_0$. Принимая же во вниманіе, что при равенствѣ

«смежныхъ концентрацій» достаточно небольшого сосанія первой клѣтки, чтобы сдѣлать концентрацію раствора, насыщающаго оболочку между первой и второй клѣтками, большею концентраціи второй клѣтки и т. д. Неравенства 7, 9, 11 и т. д. можно переписать въ видѣ $\alpha_2 \geqslant \alpha_B$, $\alpha_3 \geqslant \alpha_2$, $\alpha_4 \geqslant \alpha_3$ и т. д. Таковы условія возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ соприкасающихся клѣтокъ.

Обратимся теперь къ экспериментальнымъ даннымъ относительно выдѣленія воднаго раствора у многоклѣтныхъ растеній.

B. Выдѣленіе воднаго раствора септированными плѣснями. Penicillium.

Внѣшность явленія.

Разсматривая молодую вегетацію Penicillium въ лупу или микроскопъ подъ слабымъ увеличеніемъ сверху, можно видѣть множество мелкихъ капель на воздушныхъ частяхъ мицелія, которыя, часто сливаясь въ большія капли неправильныхъ очертаній, капилярно удерживаются между нитями мицелія. Капли находятся обыкновенно только на молодыхъ, растущихъ гифахъ гриба — ихъ почти всегда можно видѣть висящими на одной или двухъ клѣткахъ конечной нити. Чаще всего однако мелкія капли сидятъ на конидіеносцахъ и стеригмахъ плѣсени.

Наблюдать появленіе капель лучше всего удается во влажной камерѣ съ покровнымъ стекломъ, смазаннымъ глицериномъ. Послѣ снятія капель капилярной пипеткой подъ микроскопомъ, онѣ постепенно замѣняются новыми; при этомъ мѣсто выдѣленія остается всегда тѣмъ же. Выдѣленіе воды у Penicillium идетъ настолько медленно, что снятыя капли вырастаютъ до прежнихъ размѣровъ (около 0,08 mm.) только втеченіе нѣсколькихъ часовъ (напр. при 20°— черезъ 5—6 часовъ). Поэтому повторнаго ссасыванія капель и наблюденія ихъ вырастанія до прежней величины не удается произвести надъ молодыми грибами, какъ это легко было напр. сдѣлать у Pilobolus: нить мицелія успѣваетъ за такой большой промежутокъ времени значительно вырасти и энергичное выдѣленіе капель переходитъ на сосѣднія болѣе молодыя клѣтки; послѣ же прекращенія роста нитей вся плѣсень покрывается настолько плотнымъ слоемъ непрозрачныхъ конидій, что наблюденіе выдѣленія воды непосредственно подъ микроскопомъ дѣлается совершенно невозможнымъ. Однако накопляющійся подъ слоемъ конидій растворъ начинаетъ постепенно выдавливаться вверхъ между цѣпочками несмачиваемыхъ водою споръ. Вышедшая жидкость собирается крупными шарообразными каплями на поверхности плѣсени, при чемъ послѣднія сливаются иногда въ одну общую каплю, какъ напримѣръ у Penicillium glaucum. Такимъ образомъ мы можемъ приблизительно судить о ходѣ выдѣленія воды и послѣ образованія сплошной покрышки изъ споръ. Энергія выдѣленія воды даже у видовъ наиболѣе сильно выдѣляющихъ воду напр. Penicillium sp. [1]) не

---

1) Форму Pinicillium, съ которой я производилъ свои опыты, мнѣ не удалось пока опредѣлить. Весьма вѣроятно, что эта форма окажется новою. Если послѣднее потвердится, описаніе ее не замедлитъ появиться въ одномъ изъ спеціальныхъ журналовъ.

велика. Въ среднемъ съ 10 квадратн. сант. поверхности послѣдней плѣсени выдѣляется въ теченіе сутокъ около 0,016 gr. жидкости при 22° C.

Качественный составъ выдѣляющейся жидкости.

Выдѣляющаяся жидкость совершенно прозрачна, безцвѣтна и имѣетъ слабо-щелочную реакцію. Анализъ показываетъ, что въ растворѣ содержится около 0,8% твердыхъ веществъ, при чемъ всѣ они минеральнаго происхожденія. Щелочная реакція жидкости зависитъ, какъ оказывается, отъ присутствія углекислаго и трехметальнаго фосфорнокислаго кали. Въ жидкости обнаруживаются при помощи микрохимическихъ реакцій также содержаніе небольшого количества сѣрнокислыхъ и хлористыхъ калія и натрія и слѣды солей аммонія.

Если выдѣленная жидкость остается долгое время въ соприкосновеніи со спорами, то углекислая щелочь отчасти омыляетъ жировыя вещества, покрывающія поверхность послѣднихъ; очень возможно, что также сама оболочка споръ разъѣдается при этомъ. Это приводитъ къ окрашиванію жидкости сперва въ желтоватый, а потомъ въ красно-бурый цвѣтъ и появленію въ ней органическихъ веществъ.

Провѣрка условія возможности воднаго тока.

Обращаюсь теперь къ примѣненію вышеприведенныхъ теоретическихъ соображеній къ случаю выдѣленія воднаго раствора у Penicillium. Непремѣннымъ условіемъ возможности начала выдѣленія воды многоклѣтной выдѣлительной системой, какъ мы знаемъ, является постепенное убываніе концентрацій клѣточнаго сока по мѣрѣ удаленія отъ мѣста секреціи къ мѣсту всасыванія. Насколько это условіе выполнено у Penicillium показываетъ плазмолизъ. Мѣстомъ секреціи, какъ мы видѣли, всегда служатъ самыя молодыя части нитей мицелія, въ которыхъ находится всегда больше протоплазмы и питательныхъ веществъ въ томъ же объемѣ. Весьма понятно поэтому, что и плазмолизъ ихъ начинается всегда при большихъ концентраціяхъ плазмолизирующей жидкости. Такъ напримѣръ плазмолизъ старыхъ нитей мицелія, погруженныхъ въ субстратъ начинается при 18% KNO_3, тогда какъ плазмолизъ старыхъ воздушныхъ частей только при 19,6% KNO_3, плазмолизъ же самыхъ молодыхъ клѣтокъ при 21,5% KNO_3. Клѣтки, составляющія переходъ отъ главныхъ стволовъ къ молодымъ вѣточкамъ, плазмолизируются при 20,2% KNO_3. Самую большую концентрацію имѣютъ клѣтки стеригмъ, плазмолизирующіяся только при 22% KNO_3. Наблюдая моментъ наступленія плазмолиза клѣтокъ, выдѣлявшихъ воду, и сосѣднихъ съ ними не удавалось при моихъ средствахъ констатировать разницу въ концентраціи ихъ сока; послѣднее не противорѣчитъ однако высказаннымъ теоретическимъ соображеніямъ, такъ какъ разница въ концентраціяхъ между I и II клѣтками можетъ быть настолько незначительной, что при существующихъ методахъ ея опредѣленія (при помощи плазмолиза можно опредѣлить ее лишь съ точностью до 0,3—0,5%, такъ какъ плазмолизъ приходится вести у Penicillium крѣпкими растворами) можетъ легко остаться не замѣченной.

Напротивъ того мнѣ ни разу не приходилось наблюдать, чтобы концентрація сока клѣтки, выдѣляющей воду, была меньше концентраціи сосѣднихъ клѣтокъ, а тѣмъ болѣе клѣтокъ находящихся вблизи мѣста всасыванія воды.

Концентрація раствора, изъ котораго происходитъ всасываніе воды клѣточной нитью должна быть какъ мы знаемъ меньше концентраціи сока всасывающей клѣтки для воз-

можности воднаго тока ($c_0 < c_n$), поэтому, помѣщая грибъ на растворы селитры большія 18%, мы должны наблюдать прекращеніе секреціи раствора. Дѣйствительно, если плѣсень, выросшую на суслѣ-желатинѣ, отмыть отъ желатины теплой водой и положить на растворъ 18,5% селитры, то выдѣленіе раствора постепенно ослабѣваетъ, пока не прекращается совершенно, несмотря на то, что плѣсень до этого выдѣляла въ сутки довольно равномѣрно около 0,015 gr. жидкости съ 10 кв. сант. поверхности.

Что же касается теперь причины выдѣленія воды изъ клѣтки, производящей водный токъ у Penicillium, то, нужно думать, что секреція производится различіемъ осмотическихъ свойствъ плазматической оболочки въ различныхъ частяхъ секреціонной клѣтки. За это говоритъ выходъ капель изъ того же самаго мѣста клѣтки. Къ сожалѣнію мы не имѣемъ здѣсь возможности, какъ это было сдѣлано при изученіи секреціи у Pilobolus, провѣрить, выполнено ли здѣсь неравенство $\frac{P_B}{P_A} > \frac{1-n_1}{1-n_2}$, такъ какъ отношеніе осмотическихъ давленій всасывающей и выдѣляющей перепонокъ клѣтки здѣсь не доступны даже приблизительному опытному опредѣленію.

Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воды.

Согласно формулѣ (X) нужно было ждать быстраго увеличенія скорости выхожденія раствора изъ секреціонной клѣтки съ увеличеніемъ температуры (см. соображенія, высказанныя при разборѣ того же вопроса у Pilobolus). Увеличеніе скорости выдѣленія воднаго раствора съ температурой наблюдается и у Penicillium; объ установленіи кривой энергіи секреціи въ зависимости отъ температуры однако нечего и думать, такъ какъ о ходѣ секреціи мы можемъ судить, какъ было упомянуто раньше, лишь по каплямъ, выдавливающимся на поверхность плѣсени. Количество же раствора, накопляющагося между воздушными нитями мицелія подъ покрышкой изъ споръ, а также количество его, выдавливающееся черезъ мицелій внизъ въ субстратъ, остаются понятно неизвѣстными. Однако и на основаніи количества жидкости, выдавливающейся на поверхность, можно составить себѣ приблизительное представленіе о вліяніи температуры. При низкихъ температурахъ, выдѣленіе воды и ростъ очень незначительны, такъ напр. съ 10 кв. сант. поверхности Penicillium sp. въ теченіе трехъ недѣль было собрано только 0,080 gr. жидкости при 3—6° C., что почти въ четыре раза меньше, чѣмъ собирается за это время при 22° C. При изученіи хода выдѣленія воды у Penicillium мы впервые встрѣчаемся съ максимумомъ температуры для выдѣленія воды, отсутствовавшемъ какъ мы знаемъ у одноклѣтныхъ растеній. У Penicillium напр. при 30° C. выдѣленіе воды отсутствуетъ совершенно; наиболѣе же энергичное выдѣленіе капель идетъ повидимому при 23—25° C. Оптимумъ и максимумъ выдѣленія воды, какъ мы скоро узнаемъ, наблюдается также и у всѣхъ сосудистыхъ растеній. Поэтому я оставляю разъясненіе причины такого отличія многоклѣтныхъ растеній во вліяніи температуры на выдѣленіе воды отъ одноклѣтныхъ растеній до болѣе подробнаго описанія вліянія возвышенія температуры на выдѣленіе раствора у высшихъ растеній.

Что касается дѣйствія анестезирующихъ веществъ и ядовъ, то хотя болѣе сильныя дозы ихъ понижаютъ какъ и у одноклѣтныхъ растеній проницаемость плазматической

оболочки, что видно по выступанію мелкихъ капель по всей поверхности молодыхъ клѣтокъ (въ особенности же выдѣляющихъ клѣтокъ) подъ дѣйствіемъ ядовитыхъ паровъ, однако не ускоряютъ, а уменьшаютъ и даже прекращаютъ выдѣленіе раствора у Penicillium. Причину такого отличія въ дѣйствіи ядовитыхъ веществъ отъ дѣйствія ихъ на выдѣленія у одноклѣтныхъ растеній я намѣренъ болѣе подробно разобрать вмѣстѣ съ аналогичнымъ дѣйствіемъ ядовъ на выдѣленіе воды сосудистыми растеніями.

C. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями.

Съ тѣхъ поръ, какъ появленіе водныхъ капель во влажной атмосферѣ на листьяхъ было признано физіологическимъ явленіемъ (конецъ тридцатыхъ годовъ XIX стол.), слѣдовательно явленіемъ, заслуживающимъ вниманія ботаниковъ, съ цѣлью выясненія его механизма было сдѣлано множество опытовъ и наблюденій. Самыми первыми изъ нихъ было уже прочно установлено, что выдѣленіе воды изъ листьевъ происходитъ обыкновенно черезъ преформированныя устьица, иногда впрочемъ мало отличающіяся отъ дыхательныхъ (Деларю). При этомъ вода выдавливается подъ напоромъ корневого давленія изъ межклѣтниковъ, предварительно фильтруясь черезъ стѣнки трахеидъ и сосудовъ, расположенныхъ подъ устьицами. (Schmidt, Meyen, въ особенности Gärtner). Впослѣдствіи этому наиболѣе распространенному способу выдѣленія водныхъ капель изъ листьевъ противопоставляется (впервые Розановымъ) какъ исключеніе другой типъ выдѣленія, обыкновенный у папортниковъ (Розановъ указывалъ на Polypodium). Въ этомъ случаѣ отверстіе въ эпидермисѣ (устьице) совершенно отсутствуетъ: вода изъ межклѣтниковъ (по мнѣнію авторовъ) должна поэтому неизбѣжно проходить — многіе говорятъ: фильтроваться подъ напоромъ корневого давленія — черезъ живыя клѣтки. Однако позднѣйшія изслѣдованія показали, что папоротники не представляютъ въ этомъ отношеніи исключенія между сосудистыми растеніями. У многихъ двудольныхъ растеній, какъ оказалось, выдѣленіе водныхъ капель происходитъ тоже черезъ живыя клѣтки, при чемъ у однихъ черезъ клѣтки волосковъ, у другихъ черезъ клѣтки эпидермиса эмергенцевъ.

Приступая поэтому къ изложенію фактовъ и теоретическихъ соображеній, касающихся выдѣленія воднаго раствора сосудистыми растеніями, я считаю цѣлесообразнымъ раздѣлить свое изслѣдованіе на двѣ части, согласно анатомическому подраздѣленію водовыдѣлительныхъ аппаратовъ на водяныя устьица и эпидермальные секреціонные органы. Изъ нихъ только послѣдніе представляютъ дѣйствительно водовыдѣлительные аппараты, водяныя устьица же являются во всѣхъ случаяхъ (см. ниже) лишь индифферентными отверстіями для выхода воды изъ трахеидъ и сосудовъ, выдѣляемой клѣтками корня и стебля. Основываясь на предполагаемомъ біологическомъ значеніи обѣихъ группъ водовыдѣлительныхъ аппаратовъ, Haberlandt (см. XI) предложилъ для нихъ общее названіе гидатодъ (Hydathode). Ввиду однако того, что біологическое значеніе какъ тѣхъ, такъ и другихъ органовъ не можетъ

считаться въ настоящее время окончательно установленнымъ, мнѣ кажется преждевременнымъ соединять ихъ въ одну новую біологическую группу органовъ. Поэтому въ послѣдующемъ я позволяю себѣ игнорировать названіе Haberlandt'а, сохраняя для первой группы органовъ старое названіе: водяныя устьица и для второй группы: эпидермальные водовыдѣлительные органы.

Гл. 1. Выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными органами.

Историческій очеркъ.

Вскорѣ послѣ того, какъ Treub высказалъ предположеніе о вѣроятномъ участіи особыхъ чешуйчатыхъ волосковъ въ выдѣленіи воды, накопляющейся въ чашечкѣ Spathodea campanulata, Haberlandt (III — XI) описалъ цѣлый рядъ одноклѣтныхъ и многоклѣтныхъ эпидермальныхъ образованій, по мнѣнію автора активно выдѣляющихъ воду. Ихъ дѣятельность однако начинается лишь при извѣстной высотѣ корневого давленія, которое авторъ считаетъ необходимымъ раздражителемъ для возбужденія секреціи. Активность эпидермальныхъ образованій, а также то, что они дѣйствительно выдѣляютъ воду, появляющуюся на листьяхъ во влажной атмосферѣ, доказывается прекращеніемъ секреціи послѣ смазыванія поверхности листа спиртовымъ растворомъ сулемы. Этотъ способъ доказательства повелъ однако къ полемикѣ между названнымъ авторомъ съ одной стороны и Nestler'омъ, Spanjer'омъ и Meyer'омъ съ другой, считавшими мѣстомъ выхожденія воды особеннаго устройства устьица. Споръ былъ однако окончательно рѣшенъ Nestler'омъ въ пользу воззрѣнія Haberlandt'а. Авторъ могъ непосредственно подъ микроскопомъ наблюдать выхожденіе капелекъ изъ головчатыхъ волосковъ на листьяхъ Phaseolus multiflorus во влажной атмосферѣ и объяснилъ ошибку своихъ первыхъ изслѣдованій: капли могли появляться и надъ устьицами вслѣдствіе гигроскопичности углекислаго калія, находящагося въ секретѣ волосковъ, распространяющагося по всей поверхности листа. Вопросъ, насколько справедливо мнѣніе Haberlandt'а относительно секреціонной дѣятельности волосковъ другихъ растеній, напр. Anamirta, Gonocarium, Piper, Artocarpus и др., остается пока открытымъ. Мнѣ самому не удалось ни разу наблюдать настоящей секреціи (т. е. такой же обильной, какъ напр. у Phaseolus) на листьяхъ послѣднихъ растеній; поэтому я склоненъ скорѣй думать вмѣстѣ съ Spanjer'омъ, что образованія, описанныя Haberlandt'омъ у этихъ растеній, являются только слизистыми железками (что они выдѣляютъ слизь, допускаетъ и самъ Haberlandt), водяныя же капли осаждаются на листьяхъ изъ атмосферы; вслѣдствіи-же гигроскопичности слизи, образующейся въ клѣточной оболочки клѣтокъ и разрывающей кутикулу (то же допускаетъ и Haberlandt), эти капли собираются какъ разъ на самихъ эпидермальныхъ образованіяхъ или вблизи нихъ. По крайней мѣрѣ такія же капли, какъ показали мои опыты, появляются и на листьяхъ, взятыхъ изъ гербарія; при этомъ жидкость, собранная пипеточкой, оставляетъ на стеклѣ некристаллическій остатокъ, расплывающійся во влажной атмосферѣ (влажная камера) въ каплю прежнихъ размѣровъ.

На возраженія Spanjer'а (p. 71) относительно Anamirta, Haberlandt ссылается, какъ извѣстно, на лучшее состояніе растеній въ своихъ опытахъ, производившихся въ ботаническомъ саду Beizenzorg (XI). Хотя молодые листья и въ нашихъ оранжереяхъ не менѣе свѣжи, чѣмъ подъ тропиками, однако, какъ сказано, до провѣрки опытовъ Haberlandt'а въ той же обстановкѣ можно считать вопросъ открытымъ.

Кромѣ Phaseolus multiflorus, выдѣленіе воднаго секрета на листьяхъ приписывается головчатымъ волоскамъ также у Vicia sepium (Haberlandt VI p. 91), Malvaceae (Nestler IV и V) и Nicotiana (Max v. Minden p. 58) и имъ же приписывается выдѣленіе жидкости такъ называемыхъ водяныхъ чашечекъ у Spathodea (Treub) и Jochroma (Lagrheim), а также жидкости, скопляющейся въ полостяхъ чешуй Latraea (Haberlandt). Какъ извѣстно, у Nepenthes и другихъ насѣкомоядныхъ растеній секреція воднаго раствора, содержащаго или не содержащаго пищеварительныхъ ферментовъ, происходитъ также при помощи головчатыхъ волосковъ. Напомню далѣе, что выдѣленіе нектара часто производится также головчатыми волосками, иногда совершенно похожими на волоски, выдѣляющіе водный растворъ на листовыхъ пластинкахъ того же растенія (напр. Vicia sepium — Haberlandt, VI p. 100).

Этимъ пока ограничиваются наши свѣдѣнія относительно распространенія у растеній волосковъ, выдѣляющихъ водные растворы. Весьма вѣроятно однако, что впослѣдствіи приведенный перечень обогатится еще многими видами. Хотя цѣлью настоящей работы и не было увеличеніе этого перечня, однако, пользуясь случаемъ, упомяну о совершенно случайно найденныхъ мною водовыдѣляющихъ волоскахъ у Tiliaceae и Lathyrus odoratus, а также о томъ, что всѣ виды Vicia и Phaseolus обладаютъ такими-же волосками какъ Vicia sepium и Phaseolus multiflorus. Волоски листьевъ Tiliaceae совершенно похожи на таковые же у Malvaceae. У Lathyrus odoratus и вѣроятно другихъ видахъ Lathyrus секреціонные волоски находятся главнымъ образомъ на углахъ стебля и главныхъ жилкахъ листьевъ, въ особенности же много ихъ на молодыхъ бобахъ названнаго растенія, гдѣ они разсѣяны по всей поверхности. Что касается водовыдѣлятельныхъ эпидермисовъ, то кромѣ упомянутыхъ уже известковыхъ ямокъ папоротниковъ они встрѣчаются также у многихъ двудольныхъ, располагаясь въ послѣднемъ случаѣ обыкновенно на тканевыхъ выростахъ — эмергенцахъ. Подобные секреціонные эмергенцы описаны мною у Cameliaceae и Escallonia macranta. Сюда же нужно отнести также экстрануптіальные нектаріи Impatiens, Prunus Sambucus и т. д., а также пищеварительныя ворсинки Drosera.

Изъ всѣхъ перечисленныхъ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ всего болѣе обратили на себя вниманіе изслѣдователей нектаріи и пищеварительныя железки насѣкомоядныхъ. Всего менѣе же изслѣдованной является та группа, какъ кажется, біологически индифферентныхъ органовъ, которую Haberlandt назвалъ гидатодами. Въ своей работѣ мнѣ пришлось органичиться пока разборомъ только этой группы эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ, но нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что многіе результаты, найденные мною для послѣдней, приложатся съ успѣхомъ также къ нектаріямъ и пище-

варительнымъ железкамъ. Провѣркой этого я уже занятъ въ настоящее время, но результаты намѣреваюсь опубликовать только въ одной изъ слѣдующихъ работъ.

Говоря объ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органахъ, мы подразумѣвали, что только при помощи ихъ клѣтокъ происходитъ выталкиваніе воды изъ растенія наружу. Однако до сихъ поръ нельзя еще было считать окончательно рѣшеннымъ вопросъ объ ихъ активности. Хотя показанія авторовъ относительно прекращенія секреціи послѣ смерти клѣтокъ органовъ и сходятся, однако причина прекращенія секреціи толкуется различными авторами различно. Такъ Haberlandt, а потомъ и Nestler видятъ въ выдѣленіи воды результатъ жизнедѣятельности клѣтокъ, и прекращеніе секреціи послѣ отравленія гидатодъ есть у нихъ естественное слѣдствіе смерти клѣтокъ; напротивъ того Spanjer (для случая секреціи у папоротниковъ; возможность выдѣленія воды волосками отрицается авторомъ), видитъ въ секреціи лишь фильтрацію пасоки подъ напоромъ корневого давленія черезъ живыя клѣтки, а потому и прекращеніе выдѣленія воды является у него результомъ пониженія проницаемости клѣтокъ для фильтраціи послѣ смерти. Къ такому же объясненію склоняюсь и я при описаніи гидатодъ Cameliaceae. Впрочемъ Haberlandt не окончательно отрицаетъ значенія корневого и стеблевого (Blutungsdruck) давленія для секреціи водной жидкости черезъ эпидермальныя гидатоды, напротивъ того названный авторъ пред полагаетъ его необходимымъ для возбужденія секреціи (VI, p. 110) и всѣ свои опыты производитъ исключительно, примѣняя искусственное давленіе ртутнымъ столбомъ. Давленіе дѣйствуетъ по его мнѣнію, какъ необходимый раздражитель на протоплазму секреціонныхъ клѣтокъ. Насколько такое мнѣніе справедливо, мы увидимъ нѣсколько ниже.

Значеніе корневого давленія.

Мнѣ представлялось такимъ образомъ необходимымъ прежде всего выяснить окончательно вопросъ объ активности водовыдѣлительныхъ органовъ и значеніи давленія въ сосудистой системѣ для выдѣленія воды. Постараюсь сперва отвѣтить на вопросъ, нужно ли корневое или стеблевое давленіе для возбужденія выдѣленія воднаго раствора.

Haberlandt производитъ всѣ свои опыты съ искусственнымъ давленіемъ, принимая слѣдовательно какъ бы a priori необходимость давленія для секреціи,. Однако Nestler показалъ еще раньше Haberland'а, что выдѣленіе воды у Phaseolus multiflorus идетъ также и на срѣзанномъ растеніи; секреція у Phaseolus не нуждается слѣдовательно въ корневомъ давленіи. Но въ сосудистой системѣ и срѣзанныхъ частей растенія, какъ мы знаемъ, можно предполагать существованіе давленія, достаточнаго для фильтраціи пасоки. Послѣднее въ особенности ясно видно изъ опытовъ Эдельштейна. Поэтому, чтобы окончательно рѣшить вопросъ о необходимости корневого resp. стеблевого давленія для секреціи воды черезъ эпидермальныя образованія, нужно наблюдать секрецію при совершенномъ устраненіи сосудистой системы. Это удается проще всего подъ микроскопомъ, во влажной камерѣ, покровное стекло которой смазано глицериномъ. Срѣзанный кусочекъ хорошо обмытаго эпидермиса молодого листа, съ многочисленными головчатыми волосками, помѣщается на каплю воды во влажной камерѣ. Какъ только атмосфера камеры сдѣлается достаточно насыщенной водянымъ паромъ, на многихъ волоскахъ появляются капли, постепенно увели-

чивающіяся въ объемѣ и иногда стекающія по мѣрѣ роста внизъ по волоску. Тотъ же опытъ съ успѣхомъ можетъ быть продѣланъ съ кусочками эпидермиса листьевъ Malvaceae (въ моихъ опытахъ Abutilon и Althaea) и Nicotiana. Такимъ образомъ не подлежитъ сомнѣнію, что секреція раствора изъ волосковъ можетъ происходить и при полномъ отсутствіи «раздражающаго давленія». То же самое для эмергенцевъ на краю листа Cameliaceae явствуетъ изъ слѣдующаго опыта. Край молодого листа камеліи съ нѣсколькими эмергенцами, изъ которыхъ половина черезъ одну были отравлены сулемою, помѣщался при помощи восковыхъ шариковъ и пропускной бумаги на поверхность воды въ маленькой чашкѣ Петри такимъ образомъ, чтобы эмергенцы не смачивались водой. Часовъ черезъ 10 — 12 можно было видѣть на каждомъ изъ неотравленныхъ зубчиковъ по каплѣ секрета щелочной реакціи.

Въ моей цитированной раньше работѣ въ подтвержденіе мнѣнія о необходимости корневого давленія для секреціи изъ зубчиковъ на листьяхъ Cameliaceae приводится между прочимъ фактъ отсутствія выдѣленія воды на срѣзанномъ листѣ Thea. Впослѣдствіи многократными опытами я убѣдился въ невѣрности этого заключенія. Если срѣзанный листъ не выдѣлялъ воду, то это указывало лишь на плохое состояніе секреціонныхъ эмергенцевъ; можно было съ увѣренностію сказать, что такой листъ не выдѣлялъ бы воду и оставаясь на растеніи. На основаніи нѣкоторыхъ данныхъ, собранныхъ мною при опытахъ съ камеліями, я склоненъ думать однако, что нерѣдкое отсутствіе выдѣленія на зубчикахъ молодыхъ листьевъ даже у растеній, выросшихъ при самыхъ лучшихъ условіяхъ, лежитъ въ физіологическомъ различіи расъ камелій, культивируемыхъ въ нашихъ оранжереяхъ.

Наблюденіе секреціи подъ микроскопомъ показываетъ, что выдѣляющія воду ямки у Polypodium aurum продолжаютъ также функціонировать, несмотря на полную разобщенность секреціонныхъ клѣтокъ отъ сосудистой системы.

Такимъ образомъ, мнѣ кажется можно считать окончательно установленнымъ, что давленіе въ сосудистой системѣ не необходимо для возбужденія секреціи воднаго раствора черезъ эпидермальныя образованія. Слѣдовательно сила, двигающая жидкость наружу, находится въ самихъ клѣткахъ послѣднихъ, т. е. выдѣленіе воды производится ими активно.

Имѣетъ ли однако давленіе въ сосудистой системѣ вообще какое-нибудь значеніе для разбираемаго процесса? Если оно дѣйствительно имѣетъ раздражающее вліяніе на протоплазму активно выдѣляющихъ клѣтокъ, какъ это думаетъ Haberlandt, то количество воды выдѣляемой эпидермальными органами должно быть больше при давленіи въ сосудистой системѣ, чѣмъ безъ него. Какимъ же путемъ однако должно передаваться это давленіе секреціоннымъ клѣткамъ? Какъ извѣстно, послѣднія всегда граничатъ съ межклѣтниками и клѣтками паренхимы листа, если же сосуды (resp. трахеиды) подходятъ къ самому эпидермису, то между ними и послѣднимъ всегда остаются интерцеллюляры, наполненные воздухомъ и сообщающіеся съ общей системой межклѣтныхъ пространствъ. Никакого плотно замкнутаго влагалища, подводящаго сосудистый пучекъ къ мѣсту секреціи, нигдѣ не наблюдалось. Поэтому если вода и выльется подъ напоромъ давленія (искусственнаго

или естественнаго) изъ трахеидъ и сосудовъ, то будетъ распространяться по межклѣтникамъ въ сторону наименьшаго сопротивленія, производя иньекцію паренхимы листа. Если давленіе подъ эпидермисомъ и установится вслѣдствіе недостаточнаго оттока по межклѣтникамъ вышедшей изъ трахеидъ воды, то оно будетъ лишь незначительно. Слѣдовательно и дѣйствіе такого давленія на секреціонныя клѣтки должно быть также незначительно, тѣмъ болѣе, что давленіе, оказываемое на протоплазму клѣточнымъ сокомъ сравнительно велико и направлено въ противоположную сторону.

Приведенныя соображенія однако нуждаются въ опытной повѣркѣ, которую я и предпринялъ надъ выдѣленіемъ воды у Phaseolus multiflorus, принимая, что одного примѣра будетъ достаточно для разъясненія вопроса.

Опытъ. 2 молодыхъ листа Phaseolus, каждый съ небольшимъ отрѣзкомъ стебля для большаго удобства укрѣпленія (черешокъ листа имѣетъ сверху довольно глубокую борозду, черезъ которую даже и при плотно облегающей черешокъ резиновой трубкѣ остается сквозное сообщеніе, что не позволяетъ примѣнить давленіе; стебель же напротивъ того круглый и допускаетъ поэтому непроницаемое соединеніе), при помощи резиновыхъ трубочекъ соединялись съ U образными трубками, наполненными водой. Въ одинъ листъ подъ давленіемъ 40 ctm. ртутнаго столба нагнеталась вода, другой же сосалъ воду безъ всякого давленія. Оба листа находились подъ колоколомъ съ мокрой бумагой. Черезъ 24 часа первый листъ выдѣлилъ 0,052 граммовъ воды; второй листъ — 0,075 грамм. Послѣ этого давленіе на первый листъ снято, давленіе на второй листъ поставлено въ 40 ctm. ртутнаго столба. Черезъ 24 часа (слѣдовательно на третій день) первый листъ выдѣлилъ 0,068 gr., второй — 0,076 gr. Давленіе опять перемѣнено: на первый листъ въ 40 ctm., на второй — 0. Черезъ 24 ч. (слѣд. на четвертый день) выдѣлили первый — 0,045 gr., второй — 0,042 gr. Опытъ прекращенъ. (Температура 21°). Изъ описаннаго опыта видно, что давленіе въ сосудистой системѣ не ускоряетъ выдѣленія воды изъ секреціонныхъ волосковъ; вліяніе его незамѣтно. Мы видимъ такимъ образомъ, что выдѣляющія воду эпидермальныя образованія функціонируютъ совершенно независимо отъ сосудистой системы. Постараемся уяснить себѣ теперь механизмъ активности ихъ секреціонныхъ клѣтокъ.

Причина выдѣленія воды эпидермальными органами.

Непримѣнимость гипотезъ Годлевскаго, а также второй и третьей гипотезы Пфеффера къ случаю выдѣленія воднаго раствора водовыдѣлительными волосками и эмергенцами дѣлается очевиднымъ на основаніи тѣхъ же соображеній, какія были высказаны при разборѣ выдѣленія воды спорангіеносцами Pilobolus. Факты, указывающіе на неосновательность этихъ гипотезъ, слѣдующіе. 1) Выдѣленіе воды, наблюдаемое подъ микроскопомъ, происходитъ и у высшихъ растеній совершенно непрерывно и равномѣрно. 2) Листья, несущіе водовыдѣлительные волоски, могутъ безъ какого-то ни было ущерба для выдѣленія воды обмываться водою хоть черезъ каждый часъ; если выдѣленіе воды обильно (какъ напр. у Phaseolus), то при помощи микроскопа можно убѣдиться и въ томъ, что энергія выдѣленія нисколько не уменьшается, если водовыдѣлительные волоски обмываются даже черезъ каждыя пять минутъ. 3) Концентрація сока волосковъ при долгомъ выдѣленіи воды падаетъ

(см. ниже). 4) Осмотическія вещества, экзосмирующія въ выдѣляющейся водѣ, исключительно минеральнаго происхожденія (см. ниже). Такимъ образомъ намъ остается разобрать только приложимость первой гипотезы Пфеффера, выраженной математически въ формулѣ XIII (стр. 43), къ случаю выдѣленія воды эпидермальными образованіями.

Если выдѣленіе воды происходитъ и здѣсь вслѣдствіе такого, а не иного осмотическаго состоянія клѣтокъ, то всѣ приведенныя въ началѣ этого отдѣла теоретическія соображенія относительно многоклѣтной водовыдѣлительной системы (стр. 42—44) должны примѣниться и къ случаю секреціи воднаго раствора сосудистыми растеніями; условія возможности односторонняго воднаго тока черезъ клѣтки должны быть поэтому выполнены также и въ этомъ случаѣ. Посмотримъ, насколько дѣйствительность оправдываетъ ожиданія.

Провѣрка условія возможности воднаго тока.

Первымъ необходимымъ условіемъ возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ соприкасающихся между собою клѣтокъ, какъ было показано, является постепенное убываніе концентрацій клѣточнаго сока по мѣрѣ удаленія отъ мѣста выдѣленія воды; поэтому и въ листьяхъ, несущихъ эпидермальные водовыдѣлительные органы, должно имѣть мѣсто такое же распредѣленіе концентрацій сока въ проводящихъ клѣткахъ. Дѣйствительно, опытъ показываетъ, что секреціонныя клѣтки волосковъ и др. эпидермальныхъ образованій всегда имѣютъ наибольшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Привожу для примѣра концентраціи калійной селитры, отвѣчающія началу плазмолиза клѣтокъ молодыхъ листьевъ.

Phaseolus multiflorus (см. рисунокъ).

Клѣтки секреціоннаго волоска: 2 самыя верхнія c_1 (выдѣляющія растворъ) . . .	7,1%
вторая сверху c_2	6,9
третья сверху c_3	6,7
четвертая сверху c_4	4,2
клѣтки паренхимы листа c_5—c_n	3,8
жидкость въ сосудахъ c_0	0,02

Схематическій рисунокъ волоска Phaseolus.

Nicotiana grandifolia.

Клѣтки секреціоннаго волоска: 1-й этажъ c_1 . . . . . (выдѣляющій растворъ).	7,3%
остальные этажи c_2—c_4	7—6,9
Клѣтки листовой паренхимы c_4—c_n	5
» » » прилегающ. къ сосудамъ c_n	4,5

Abutilon hibrida.

Клѣтки секреціоннаго волоска c_1—c_4	6,4—5,8%
Клѣтки листовой паренхимы c_5—c_n	3,2

Polypodium aureum.

Клѣтки эпидермиса выдѣляющей ямки	7,2%
» » окружающаго ямки	5,3
» листовой паренхимы	4,7

Приведенные примѣры показываютъ, что основное требованіе для возможности осмотическаго тока черезъ клѣтки листьевъ оказывается всегда выполненнымъ. Если какимъ бы то ни было путемъ это требованіе будетъ нарушено, выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными образованіями сдѣлается невозможнымъ. Нарушить требуемое распредѣленіе концентрацій мы можемъ всего проще путемъ измѣненія c_0 т. е. концентраціи раствора въ сосудѣ, изъ котораго происходитъ сосаніе n-ой клѣткой выдѣлительной системы. Послѣднее не трудно исполнить, заставляя листъ брать необходимую для секреціи воду не паренхимой изъ трахеидъ и сосудовъ, а эпидермисомъ непосредственно. Для опытовъ въ особенности подходятъ листья Phaseolus, Abutilon и Nicotiana, гдѣ эпидермисъ отличается большою проницаемостью для воды и въ состояніи покрыть не только потерю воды выдѣленіемъ въ капельно жидкомъ видѣ, но и самымъ сильнымъ испареніемъ. Односторонній осмотическій токъ воды по направленію къ водовыдѣлительнымъ волоскамъ возможенъ и черезъ эпидермисъ листьевъ трехъ названныхъ растеній, такъ какъ клѣтки его имѣютъ у послѣднихъ наименьшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Такъ напр. клѣтки эпидермиса Phaseolus multiflorus плазмолизируются уже 3,3% растворомъ селитры, Nicotiana grandifolia — при 3,7%. Если мы положимъ слѣдовательно листъ Phaseolus на растворъ селитры концентраціи большей чѣмъ 3,3% или растворъ поваренной соли большей 1,95%, то секреція воды черезъ волоски сдѣлается невозможной. Посмотримъ, насколько оправдывается наше предположеніе въ дѣйствительности.

Опытъ прекращенія осмотическаго тока.

Обмытые куски молодыхъ листьевъ Phaseolus multiflorus помѣщались морфологически верхнею стороною, лишенною водовыдѣлительныхъ волосковъ, плавать на воду и растворы поваренной соли желаемой концентраціи (селитра, какъ извѣстно, нѣсколько вредно дѣйствуетъ на плазму). Выдѣленная черезъ сутки во влажной атмосферѣ (колоколъ съ мокрой бумагой по стѣнкамъ) вода собиралась одной и той-же градуированной капилярной пипеткой, чтобы имѣть возможность сравнивать количество выдѣленной воды на растворахъ различной концентраціи. Въ первой рубрикѣ таблицы III даны концентраціи растворовъ поваренной соли, во второй количество выдѣленной черезъ сутки воды въ дѣленіяхъ пипетки (100 дѣленій = 0,003 куб. сант.). Это количество перечислялось на 1 кв. сантиметръ поверхности листа. Обыкновенно листочки разрѣзывались на 2 половинки, изъ которыхъ одна помѣщалась на растворъ, другая для сравненія на дестиллированную воду (концентрація 0).

ТАБЛИЦА III.

	Конц.	Дѣл.		Конц.	Дѣл.
I листъ	2%	0	V листъ	1,5%	7,1
	0	35,7		0	29,0
II »	2%	0	VI »	0,8%	23,6
	0	48,0		0	36,0
III » (очень молодой)	2%	0,7	VII »	0,8%	29,2
	0	63,5		0	45,5
IV »	1,5%	11,3	VIII »	0,8%	16
	0	56,5		0	30

Мы видимъ, такимъ образомъ, что выдѣленіе волосками воды находится въ тѣсной зависимости отъ осмотическаго всасыванія клѣтками эпидермиса.

Зависимость энергіи выдѣленія воды отъ осмотическаго всасыванія.

Изъ формулы (VI) на стр. 32 видно, что при $P_x = 0$, т. е. при отсутствіи внутренняго давленія или, все то же, въ моментъ погруженія клѣтки, содержащей растворъ, въ воду скорость осмотическаго всасыванія v пропорціональна осмотическому давленію P_0. Поэтому, если съ наружной стороны перепонки находится растворъ концентраціи въ n_2 разъ большей, чѣмъ концентрація жидкости въ сосудѣ ($n_2 \lesseqgtr 1$), то скорость осмотическаго всасыванія v_0 будетъ пропорціональна P_0 $(1-n_2)$ (такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи, и часть осмотическаго давленія раствора внутри клѣтки уравновѣшивается осмотическимъ давленіемъ раствора снаружи). Отношеніе обѣихъ скоростей есть $\frac{v_0}{v} = 1 - n_2$; откуда $v_0 = v\,(1-n_2)$. Такъ какъ вода изъ n-ой клѣтки системы т. е. клѣтки, соприкасающейся въ только что приведенномъ опытѣ съ растворомъ въ сосудѣ концентраціи $n_2 c_n$, постоянно сосется клѣтками, находящимися между ней и выдѣляющей клѣткой, причемъ сосаніе это совершается съ бо́льшей силой чѣмъ сосаніе воды изъ сосуда съ растворомъ n-ой клѣткой [1]), то давленіе въ послѣдней P_x можно принять равнымъ нулю. Если черезъ a обозначить количество воды, всасываемой клѣтками эпидермиса, соприкасающимися съ дестиллированной водой, концентрація сока которыхъ изосмотична съ 1,95% поваренной соли, то количество всасываемой ими воды въ тотъ же промежутокъ времени изъ раствора поваренной соли концентраціи c опредѣлиться по формулѣ $x = a\left(1 - \frac{c}{1{,}95}\right)$ $\left(\text{т. к. } n_2 = \frac{c}{1{,}95}\right)$; отношеніе всасываемыхъ количествъ воды будетъ $1 - \frac{c}{1{,}95}$.

Для сравненія привожу рядомъ вычисленныя отношенія $\left(1 - \frac{c}{1{,}95}\right)$ и найденныя отношенія количествъ воды, выдѣленныхъ листьями Phaseolus на растворахъ поваренной соли и дестиллированной водѣ.

1) Что это дѣйствительно такъ доказываетъ ослабленіе и прекращеніе выдѣленія воды въ опытѣ.

	c	Отношеніе вычисленное.	Отношеніе найденное.	Среднее.
I и II листья	2%	0,02	0	
IV листъ	1,5%	0,24	0,20	0,23
V »	»	»	0,25	
VI »	0,8%	0,59	0,64	0,60
VII »	»	»	0,64	
VIII »	»	»	0,54	

Вычисленныя и найденныя отношенія оказываются такимъ образомъ очень близкими.

Слѣдовательно количества раствора, выдѣляемыя волосками въ равное время, пропорціональны (или равны) количествамъ воды, осмотически всасываемымъ клѣтками эпидермиса. Опытъ доказываетъ поэтому, что односторонній водный токъ, возбуждаемый клѣтками водовыдѣлительныхъ волосковъ черезъ ткани листа, есть осмотическій процессъ, а также, что выхожденіе воды изъ выдѣляющей клѣтки волосковъ всецѣло зависитъ отъ осмотическаго всасыванія воды послѣднею изъ сосѣднихъ клѣтокъ. Такъ какъ осмотическое всасываніе воды клѣткой неизбѣжно ведетъ къ увеличенію ея внутренняго давленія, то описанный опытъ доказываетъ другими словами, что выхожденіе капель изъ выдѣляющей клѣтки всецѣло зависитъ отъ давленія внутри ея. Если это давленіе уменьшается или уничтожается, то уменьшается или прекращается и выдѣленіе воды. Отсюда недалеко уже до допущенія, что именно давленіе внутри выдѣляющей клѣтки и обусловливаетъ секрецію. Если бы выдѣленіе воды волосками имѣло свою причину въ какихъ-нибудь особенныхъ процессахъ, происходящихъ въ плазмѣ выдѣляющихъ клѣтокъ, связанныхъ съ активною жизнедѣятельностію послѣдней, то соприкосновеніе эпидермиса листа противоположной стороны съ растворомъ соли не могло бы быть поводомъ къ прекращенію выдѣленія воды волосками.

Обратимся теперь къ непосредственному наблюденію выдѣленія воды волосками подъ микроскопомъ во влажной камерѣ.

Внѣшность явленія подъ микроскопомъ.

Часто удается на молодыхъ листьяхъ Phaseolus и Abutilon отыскать волоски, такъ энергично выдѣляющіе воду, что черезъ какія-нибудь 10—15 минутъ послѣдніе оказываются совершенно погруженными въ каплю выдѣленной или жидкости. Наблюденіе процесса въ теченіе первыхъ минутъ показываетъ, что изъ 5—8 клѣтокъ, составляющихъ волосокъ, только двѣ верхнія (см. рис. на стр. 53) участвуютъ въ выдѣленіи воды (часто впрочемъ функціонируетъ лишь одна изъ нихъ). Водныя капли собираются всегда на одномъ и томъ же мѣстѣ клѣтки; ихъ выхожденіе совершается изъ одного небольшого участка наружной стѣнки клѣтки, составляющаго только $^1/_{10}$ — $^1/_{20}$ часть ея поверхности. Капли, сдѣлавши сь достаточно большими, быстро стекаютъ внизъ по волоску, замѣняясь тотчасъ новыми. При энергичномъ выдѣленіи можно часто сосчитать до 6 такихъ капель въ минуту. Выдѣленный однимъ волоскомъ въ теченіе сутокъ (при комнатной температурѣ) объемъ жидкости при энергичной секреціи иногда превосходитъ въ нѣсколько сотъ разъ объемъ самого волоска. Такъ напр. 2 волоска въ моихъ опытахъ выдѣлили за сутки при 22° С. каплю жидкости объема 0,008 куб. миллим., тогда какъ объемъ волоска

едва достигаетъ 0,00002 куб. мил. Эта необыкновенно большая энергія выдѣленія воднаго раствора волосками на листьяхъ Phaseolus и Abutilon (скорость выдѣленія воды изъ волосковъ другихъ растеній гораздо слабѣе) дѣлается особенно замѣчательной при сравненіи съ энергіей выдѣленія капель на спорангіеносцахъ Pilobolus, гдѣ выдѣленный за сутки объемъ жидкости лишь немногимъ больше объема выдѣлившей его клѣтки.

Хотя энергія выдѣленія раствора волосками и эмергенцами на листьяхъ другихъ растеній значительно слабѣе чѣмъ у Phaseolus и Abutilon, что затрудняетъ непосредственное наблюденіе выдѣленія капель, однако и въ этомъ случаѣ долговременное и внимательное наблюденіе показываетъ, что капли выходятъ только изъ нѣкоторыхъ клѣтокъ эпидермальныхъ образованій и при этомъ всегда изъ одного и того же мѣста поверхности. Послѣднее заставляетъ думать, что какъ разъ въ мѣстѣ выхода капли плазматическая оболочка представляетъ меньшее препятствіе просачиванію клѣточнаго сока. Такимъ образомъ самымъ простымъ объясненіемъ выдѣленія водныхъ капель при увеличеніи давленія въ выдѣляющей клѣткѣ (вслѣдствіе осмотическаго всасыванія воды изъ сосѣдней клѣтки) будетъ допущеніе различной проницаемости ея постѣночнаго слоя плазмы. Въ вѣрности такого допущенія насъ убѣдитъ повѣрка опытами математическаго выраженія, найденнаго нами (см. стр. 43) для скорости выдѣленія воды изъ конечной клѣтки выдѣлительной системы.

Посмотримъ прежде всего насколько выполнены напр. у Phaseolus требованія формулы XIII относительно зависимости скорости (или все тоже энергіи) выдѣленія воды отъ концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ.

Выдѣляющаяся изъ волосковъ и эмергергенцевъ жидкость всегда содержитъ незначительное количество твердыхъ веществъ въ растворѣ, главнымъ образомъ минеральнаго происхожденія. Привожу для примѣра концентраціи выдѣляющейся жидкости изъ волосковъ у нѣсколькихъ растеній: Концентрація выдѣляющейся жидкости.

Phaseolus	около	0,4%
Abutilon	»	0,5
Nicotiana	»	0,1
Polypodium	»	0,2
Camelia	»	0,5
Lathyrus	»	0,5

Такимъ образомъ при продолжительномъ пребываніи растеній во влажной атмосферѣ, въ особенности если выдѣленіе раствора совершается такъ энергично, какъ у Phaseolus, изъ нихъ уносится воднымъ токомъ довольно значительное количество минеральныхъ солей.

Скорость выдѣленія воды уменьшается параллельно съ вымываніемъ солей воднымъ токомъ.

Такъ какъ клѣтки выдѣляющихъ волосковъ имѣютъ концентрацію значительно большую, чѣмъ остальныя клѣтки листа, то естественно ждать послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго выдѣленія воды уменьшеніе концентрація сока клѣтокъ волосковъ, а слѣдовательно, согласно формулѣ XIII, и уменьшеніе скорости выдѣленія раствора. Такъ какъ далѣе

проницаемость перепонки не измѣняется съ концентраціей раствора[1]), то содержаніе твердыхъ веществъ въ выдѣляющейся жидкости должно параллельно также уменьшаться. Это дѣйствительно подтверждается слѣдующимъ опытомъ.

Молодое растеніе Phaseolus multiflorus съ шестью листьями (въ каждомъ 3 листочка) поставлено подъ колоколъ съ тубулусомъ и мокрой бумагой по стѣнкамъ при довольно постоянной температурѣ въ 20° С.

ТАБЛИЦА IV.

Время выдѣленія въ суткахъ.	Даты.	Количество граммъ выдѣленной жидкости въ сутки.	Концентрація выдѣлившейся жидкости.
5	4 — 9_{VIII}	0,278	0,42%
3	9 —12	0,325	0,38
4	12 —16	0,224	0,32
3	16 —19	0,182	0,28
2	19 —21	0,163	0,20
2	21 —23	0,097	0,18
8	23 —31	0,042	0,16
4	31_{VIII}— 4_{IX}	0,005	—

Какъ видно изъ приведенной таблицы, концентрація выдѣляющейся изъ волосковъ жидкости все время убываетъ. Параллельно съ уменьшеніемъ концентраціи жидкости уменьшается и количество ея, выдѣляющееся въ сутки; послѣднее начиная съ 21 / VIII однако уменьшается гораздо быстрѣе, чѣмъ передъ этимъ. Это обстоятельство дѣлается впрочемъ понятнымъ, если изслѣдовать подъ микроскопомъ листья, пробывшіе 12 и 28 дней во влажной атмосферѣ. Тогда какъ первые сохраняютъ свои выдѣляющіе волоски еще вполнѣ жизнедѣятельными, волоски послѣднихъ оказываются 9 изъ 10 отмершими. Плазмолизъ показываетъ, что, соотвѣтственно уменьшенію концентраціи выдѣляющейся жидкости, концентрація сока клѣтокъ волосковъ также уменьшается. Такъ послѣ 15 дней пребыванія во влажной атмосферѣ выдѣляющія клѣтки большинства волосковъ плазмолизируются 4,3% растворомъ селитры (нормально до выдѣленія жидкости большинство волосковъ плазмолизируется, какъ мы знаемъ, 7,1% селитрой), но попадаются волоски, плазмолизирующіеся даже при 3,7% селитры.

Въ выдѣляющейся жидкости уносится, какъ мы видѣли, довольно значительное количество солей изъ растенія (въ приведенномъ опытѣ за мѣсяцъ около 0,02 грамма), которое понятно не можетъ покрыться только убылью концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ. Такое значительное уменьшеніе солей естественно должно отразиться также и на концентраціи сока остальныхъ клѣтокъ листа, что дѣйствительно подтверждается: плазмолизъ ли-

---

1) Опыты Tamman доказали это по крайней мѣрѣ для слабыхъ растворовъ.

стовой паренхимы растенія, простоявшаго мѣсяцъ подъ колоколомъ, начинается при 3,3% селитры, плазмолизъ же клѣтокъ эпидермиса и паренхимы сосудистаго влагалища при 2,9% селитры (нормально первыя плазмолизируются при 3,8%, а вторыя при 3,3% селитры).

Мы видѣли, такимъ образомъ, что, согласно съ требованіемъ формулы XIII, въ которой скорость выдѣленія воды падаетъ и растетъ почти пропорціонально концентраціи сока выдѣляющихъ воду клѣтокъ [1]), суточное выдѣленіе раствора волосками Phaseolus по мѣрѣ вымыванія солей изъ послѣднихъ падаетъ. Обратно при увеличеніи концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ нужно ждать увеличенія количества секрета.

Скорость выдѣленія воды увеличивается съ увеличеніемъ концентраціи сока клѣтокъ выдѣляющихъ волосковъ.

Увеличенія концентраціи клѣтокъ уже достаточно долго функціонировавшихъ волосковъ, можно достигнуть путемъ плазмолиза болѣе крѣпкимъ растворомъ безвредной соли, напр. поваренной (селитра, какъ извѣстно гораздо болѣе ядовита). Такъ какъ плазматическая оболочка клѣтокъ волосковъ довольно легко проницаема для солей (что показываетъ непосредственно концентрація выдѣляющейся жидкости), то черезъ 30—50 минутъ (если плазмолизирующій растворъ взятъ осмотически напр. вдвое сильнѣе клѣточнаго сока) достигается достаточное обогащеніе клѣточнаго сока волосковъ солью (при чемъ наступившій плазмолизъ успѣваетъ отчасти разойтись). Для опыта брались листья съ растенія, стоявшаго около 4 недѣль подъ колоколомъ. Листья, продолжавшіе еще слабо функціонировать, разрѣзались на 2 половинки, изъ которыхъ одна помѣщалась морфологически нижнею стороною на фильтровальную бумагу, пропитанную 4,3% растворомъ поваренной соли. Послѣ 30—50-минутнаго пребыванія на растворѣ поваренной соли половинки обмывались, обсушивались и размѣщались вмѣстѣ съ неподвергавшимися дѣйствію соли на мокрой фильтровальной бумагѣ во влажной атмосферѣ. Капли, выдѣленныя въ теченіе 40 час. (темп. 18° С.), собирались градуированной капиллярной пипеткой. Слѣдующее сопоставленіе показываетъ объемы выдѣленной жидкости въ дѣленіяхъ пипетки.

До поваренной соли.

	Половинки, подвергавшіяся дѣйствію поваренной соли.	Половинки, не подвергавшіяся дѣйствію соли.
I листъ	35	40
II »	43	38
III »	20	32

Послѣ поваренной соли.

I листъ	79	33
II »	87	30
III »	60	25

1) Говорю почти, такъ какъ величины h, β и m въ формулѣ XIII измѣняются отчасти съ концентраціей.

Описанный опытъ можно видоизмѣнить, искусственно увеличивая не концентрацію сока выдѣляющей клѣтки волосковъ, а осмотическую силу растворенныхъ въ немъ веществъ. Какъ мы увидимъ ниже, главную массу минеральныхъ солей, доставляющихъ осмотическую силу выдѣляющей клѣтки Phaseolus, составляетъ дву и одно-углекислый калій; поэтому, переведя послѣдній въ хлористый калій напр. при помощи соляной кислоты, мы увеличимъ осмотическую силу сока, т. е. другими словами его концентрацію почти $1\frac{1}{2}$—2 раза [1]). Какъ показываетъ опытъ, соляная кислота довольно быстро проникаетъ черезъ плазматическую оболочку внутрь клѣтки и опытъ всегда удается. Соляная кислота въ моихъ опытахъ бралась 0,02% (500 с. с. воды и $\frac{1}{2}$ с. с. концентрированной соляной кислоты). Половинки листьевъ погружались въ жидкость на $\frac{1}{2}$ часа, послѣ чего обмывались водой, обсушивались и помѣщались во влажную атмосферу на мокрую бумагу (нижней стороной вверхъ). Послѣ 20 часовъ были собраны слѣдующіе объемы жидкости (въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки и кв. сантиметрахъ поверхности).

	Подвергавшіяся дѣйствію	и неподвергавшіяся дѣйствію соляной кислоты половинки листа.
I листъ	240	180
II »	98	49
III »	120	85
IV »	60	40

Выдѣляющаяся послѣ дѣйствія соляной кислоты жидкость имѣетъ нейтральную реакцію (или слегка кислую), въ противоположность нормально выдѣляющейся щелочной жидкости, и оставляетъ послѣ испаренія кубы хлористаго калія. Такимъ образомъ увеличеніе концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ ведетъ согласно требованію формулы XIII къ увеличенію скорости выдѣленія жидкости волосками.

Въ слѣдующей главѣ мы увидимъ, что требованія формулы XIII относительно зависимости скорости выдѣленія воды отъ температуры и проницаемости плазматической оболочки выдѣляющихъ клѣтокъ для веществъ растворенныхъ оказываются также всегда выполненными.

Качественный составъ выдѣляющейся жидкости.

Раньше было уже упомянуто, что вещества растворенныя въ жидкости, выдѣляющейся изъ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ, главнымъ образомъ минеральнаго происхожденія. Такъ какъ токъ воды черезъ клѣтку производится только тѣми веществами, которыя проникаютъ черезъ плазматическую перепонку, то большой интересъ представляло узнать болѣе подробно составъ веществъ, растворенныхъ въ жидкости. Микрохимическій анализъ показываетъ, что во всѣхъ случаяхъ за исключеніемъ Lathyrus въ жидкости присутствуютъ только слѣды органическихъ веществъ. Во всѣхъ изслѣдованныхъ случаяхъ,

1) Однопроцентный растворъ поваренной соли изотониченъ съ 2,3% растворомъ двуметальнаго углекислаго калія и 1,6% растворомъ кислаго углекислаго калія.

также кромѣ Lathyrus, можно было открыть присутствіе дву и однометальнаго углекислаго калія, обусловливающаго щелочную реакцію выдѣляющейся жидкости, что какъ извѣстно было показано для Phaseolus и Malvaceae еще Nestler'омъ. Для наглядности располагаю данныя микрохимическаго анализа въ слѣдующей таблицѣ.

ТАБЛИЦА V.

1. НАЗВАНІЕ РАСТЕНІЙ.	2. Реакція выдѣляем. жидкости.	3. Кислая углек. известь превращ. послѣ испаренія въ среднюю.	4. Углек. щелочи.	5. P_2O_5	6. Cl	7. SO_3	8. N_2O_5	9. Глюкоза.	10. K_2O	11. Na_2O	12. CaO
Nicotiana sp. . . .	щелочн.	*много*	*много*	нѣтъ	*есть*	*есть*	слѣды	нѣтъ	*много*	есть	*много*
Abutilon hybrida. .	щелочн.	*много*	*много*	есть	есть	*много*	»	нѣтъ	*много*	есть	*много*
Vicia sativa	щелочн.	*очень много*	*много*	нѣтъ	мало	мало	»	мало	*много*	есть	*много*
Polypodium aurum.	щелочн.	нѣтъ	*много*	нѣтъ	мало	нѣтъ	»	есть	*много*	есть	нѣтъ
Phaseolus multifl. .	щелочн.	есть	*много*	нѣтъ	есть	много	»	нѣтъ	*много*	есть	есть
Camelia japonica .	щелочн.	есть	*много*	есть	есть	есть	»	нѣтъ	*много*	есть	есть
Eseallon. macrantha	щелочн.	есть	*много*	—	—	—	—	нѣтъ	—	—	—
Lathyrus odor. . .	нейтр.	нѣтъ	нѣтъ	много	очень много	есть	»	нѣтъ	много	много	нѣтъ

Такимъ образомъ выдѣляющія водный растворъ ямки Polypodium ни въ какомъ случаѣ не могутъ называться известковыми: въ противоположность другимъ растеніямъ здѣсь замѣчается полное отсутствіе извести въ выдѣляющейся жидкости. Наоборотъ глюкоза присутствуетъ въ выдѣленіи только одного Polypodium. Растворъ, выдѣляемый волосками Lathyrus odoratus, содержитъ кромѣ перечисленныхъ веществъ еще щавелевокислыя щелочи.

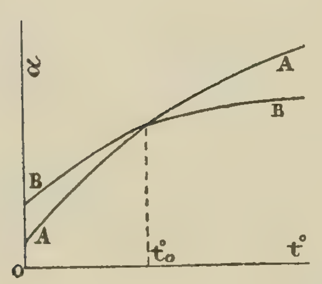
Перехожу теперь къ разсмотрѣнію вліянія внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе жидкости изъ волосковъ.

Гл. 2. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на скорость выдѣленія воднаго раствора эпидермальными водовыдѣлительными органами.

a) *Вліяніе температуры.* При изученіи вліянія температуры на выдѣленіе воды у Pilobolus, было найдено полное согласіе опыта съ требованіями формулы X. Разбирая вліяніе температуры на выдѣленіе воды эпидермальными органами зеленыхъ растеній, мы поэтому прежде всего обратимся къ формулѣ, выведенной для скорости выдѣленія

Измѣненіе скорости выдѣленія воды съ температурой по формулѣ XIII.

воды многоклѣтной системою, т. е. къ формулѣ XIII. Послѣдняя отличается отъ формулы X только тѣмъ, что вмѣсто n_2 здѣсь поставлено отношеніе $\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$. Но при разборѣ формулы X было показано (стр. 38), что скорость выдѣленія воды изъ клѣтки должна увеличиваться гораздо быстрѣе осмотическаго давленія (увеличивающагося пропорціонально абсолютной температурѣ). То же самое мы должны были бы ожидать и для скорости выдѣленія воды волосками зеленыхъ растеній, если бы величина $\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$ не измѣнялась съ температурой. Послѣднее дѣйствительно имѣло бы мѣсто, если бы проницаемости плазматическихъ оболочекъ выдѣляющей и второй по порядку клѣтокъ волосковъ измѣнялись съ температурой совершенно одинаково. Если напр. при извѣстномъ возвышеніи температуры α_2 сдѣлалась бы равнымъ $\alpha_2 k$ и a_B—$\alpha_B k$, то $\frac{c_2\alpha_2 k}{c_1\alpha_B k} = \frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$. Но можетъ случиться (и это будетъ болѣе общій случай), что проницаемость плазматическихъ оболочекъ различныхъ клѣтокъ измѣняется съ температурой различно. Тогда $\frac{c_2\alpha_2 k_2}{c_1\alpha_B k_1} \gtrless \frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$ смотря потому больше или меньше единицы отношеніе $\frac{k_2}{k_1}$. Если напримѣръ кривыя зависимости α_2 и α_B отъ температуры AA и BB имѣютъ видъ, представленный на фигурѣ 2, то при низкихъ температурахъ $\alpha_2 < \alpha_B$, т. е. $\frac{k_2}{k_1} < 1$; при температурѣ же $t_0°$ α_2 дѣлается равнымъ α_B и начиная съ этой температуры при дальнѣйшемъ ея увеличеніи $\alpha_2 > \alpha_B$, т. е. $k_2 > k_1$ и отношеніе $\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$ начинаетъ увеличиваться, приближаясь все болѣе къ единицѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ и скорость выдѣленія воды начинаетъ не такъ быстро увеличиваться какъ до этого. При извѣстной температурѣ она начинаетъ наконецъ уменьшаться, но выдѣленіе воды продолжается все время, пока $\frac{1-h\alpha_A}{1-h\alpha_B} > \frac{1-n_1}{1-\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}}$ (см. стр. 33—34); при температурѣ же, когда $\frac{h-h\alpha_A}{1-h_1\alpha_B}$ дѣлается равнымъ отношенію $\frac{1-n_1}{1-\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}}$ выдѣленіе воды прекращаетсяся.



Наоборотъ, когда α_2 измѣняется все время съ температурой меньше чѣмъ α_B, отношеніе $\frac{c_2\alpha_2}{c_1\alpha_B}$ никогда не увеличивается, слѣдовательно и скорость выдѣленія воды будетъ все время увеличиваться съ температурой.

Такъ какъ для возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ клѣтокъ должны быть выполнены неравенства:

$$c_2 > \frac{c_3\alpha_3}{\alpha_2},\ c_3 > \frac{c_4\alpha_4}{\alpha_3} \text{ и т. д. (см. стр. 43), что то же } \frac{c_3\alpha_3}{c_2\alpha_2} < 1,\ \frac{c_4\alpha^4}{c_3\alpha_3} < 1 \text{ и т. д.},$$

то при неравномъ отношеніи величинъ α_2, α_3, α_4 и т. д. къ температурѣ могутъ предста-

виться также случаи уменьшенія увеличивавшейся до этого скорости выдѣленія воды или даже совершеннаго прекращенія послѣдняго.

Такимъ образомъ въ общемъ случаѣ скорость выдѣленія воды многоклѣтными растеніями можетъ или все время увеличиваться съ температурой, или въ противоположность скорости выдѣленія воды одноклѣтными растеніями увеличиваться сначала до извѣстной температуры, чтобы имѣть здѣсь свой maximum, а потомъ вновь уменьшаться и сдѣлаться наконецъ равной нулю.

Измѣненіе скорости выдѣленія воды съ температурой у многоклѣтныхъ растеній.

При разборѣ вліянія температуры на скорость выдѣленіе воды у Penicillium, было упомянуто, что выдѣленіе секрета у названнаго гриба имѣетъ повидимому наибольшую скорость при температурѣ 25° С., выше которой скорость начинаетъ уменьшаться и около 30° С. дѣлается равной нулю; какъ видно изъ только что приведеннаго теоретическаго разбора, существованіе maximum и optimum выдѣленія воды у Penicillium легко объясняется на основаніи формулъ, выведенныхъ для многоклѣтной выдѣлительной системы. Къ сожалѣнію у Penicillium нельзя было прослѣдить болѣе подробно измѣненія скорости выдѣленія воды съ температурой, благодаря невозможности, какъ мы знаемъ, измѣрять всю выдѣляемую грибомъ воду. Дѣло обстоитъ счастливѣе съ выдѣленіемъ воднаго раствора у зеленыхъ растеній. Выдѣленный въ термостатѣ при опредѣленной температурѣ секретъ легко можно измѣрять капиллярной градуированной пипеткой и такимъ образомъ установить довольно точно кривую зависимости энергіи выдѣленія отъ температуры.

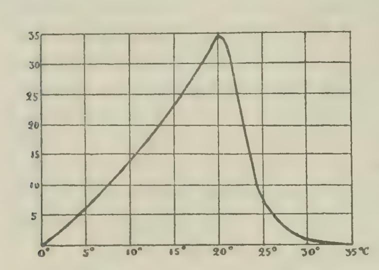
Для опыта листья Phaseolus разрѣзались на 4 части, изъ которыхъ каждая помѣщалась при опредѣленной температурѣ. Чтобы сравненіе было возможнымъ, куски распредѣлялись съ такимъ расчетомъ, что, если напр. части перваго листа помѣщались при 20°, 25°, 30° и 35°С., то части второго помѣщались при 6°, 15°, 20° и 25°С. и т. д. Приводимыя въ таблицѣ VI числа выражаютъ объемы, выдѣленные кусками за 16 часовъ въ дѣленіяхъ градуированной капиллярной пипетки, перечисленные на 1 кв. сантим. поверхности листа.

ТАБЛИЦА VI, показывающая зависимость энергіи выдѣленія раствора волосками Phaseolus отъ температуры.

№№ листьевъ.	Объемы при температурахъ: 0°	6° С.	15° С.	20° С.	25° С.	30° С.	35° С.
1	—	—	—	34	8	1	0
2	—	—	—	36	9	1,4	0
3	—	—	—	65	15	1,8	0
4	—	—	31	42	8	1	—
5	—	6	17	28	5	—	—
6	—	14	38	56	12	—	—
7	—	—	45	63	—	2	0
8	0,2	7	20	32	—	—	—
9	0	5	14	23	—	—	—
10	0	8	24	37	—	—	—

Принявъ за единицу объемовъ объемъ, выдѣлявшійся кусками листьевъ при температурѣ 30°С., получимъ слѣдующіе средніе объемы выдѣленной жидкости для листьевъ №№ 1 — 4: при 35° — 0; 30° — 1; 25° — 7,6; 20° — 34,5. Принимая же для остальныхъ листьевъ (№№ 5 — 10) объемъ, выдѣленный при 20° за 34,5, имѣемъ далѣе слѣдующіе средніе объемы, соотвѣтствующіе остальнымъ температурамъ: 15° — 23,3; 6° — 7,6; 0° — 0. Отложивъ средніе объемы по оси ординатъ, а имъ соотвѣтствующія температуры по оси абсциссъ, получимъ кривую.

Разсматривая изображенную кривую, мы видимъ, что скорость выдѣленія воднаго раствора волосками Phaseolus сначала увеличивается почти пропорціонально температурѣ, подобно тому какъ это было у Pilobolus; но энергія выдѣленія воды у послѣдняго гриба продолжаетъ, какъ мы знаемъ, увеличиваться вплоть до его смерти, тогда какъ энергія выдѣленія у Phaseolus при 20° имѣетъ optimum и, начиная съ этой температуры, вновь уменьшается, пока не сдѣлается равной нулю между 30 и 35° С. Переломъ кривой, какъ мы видѣли, легко объясняется выведенными формулами, безъ помощи которыхъ онъ казался бы совершенно непонятнымъ. Дѣйствительно, если въ усиленіи выдѣленія воды съ поднятіемъ температуры видѣть результатъ увеличенія жизнедѣятельности клѣтокъ, то совершенно неяснымъ остается фактъ несовпаденія оптимума и максимума выдѣленія раствора съ оптимумумъ и максимумумъ роста, ассимиляціи, движенія и т. д., которые какъ извѣстно лежатъ для Phaseolus гораздо выше 20° и 30° С. (Optimum роста для Phaseolus multiflorus есть 34° С., a maximum 46° С.; см. Pfeffer II, Bd. II, p. 87).



Кривая зависимости скорости выдѣленія воднаго раствора волосками Phaseolus отъ температуры.

Такъ какъ переломъ кривой, какъ мы знаемъ, зависитъ только отъ неравномѣрности увеличенія съ температурой проницаемостей плазматическихъ оболочекъ сосѣднихъ клѣтокъ, то нетрудно и опытнымъ путемъ провѣрить послѣднее обстоятельство. Для этого нужно при различныхъ температурахъ наблюдать скорость проникновенія селитры черезъ плазматическую оболочку плазмолизированныхъ клѣтокъ волосковъ. Я не имѣлъ въ виду опредѣлять видъ кривыхъ измѣненій отъ температуры проницаемости для растворенныхъ веществъ плазматическихъ оболочекъ клѣтокъ (это потребовало бы слишкомъ много времени), а ограничился пока сравненіемъ проницаемостей плазматическихъ оболочекъ I, II и III клѣтокъ волоска (см. рис. на стр. 53) при 17° и 35° С. Плазмолизъ производился въ моихъ опытахъ 7,3% растворомъ калійной селитры, при чемъ изслѣдовались волоски съ молодыхъ листьевъ Phaseolus, имѣющихъ наиболѣе сильные и здоровые водовыдѣлительные волоски. При 17° С. расхожденіе плазмолиза совершалось обыкновенно почти черезъ одинаковое время (5—6 ч.) во всѣхъ трехъ клѣткахъ (вторая и третья клѣтки всегда нѣсколько запаздывали относительно

первой). При 35° С. напротивъ того расхожденіе плазмолиза начиналось прежде всего въ третьей клѣткѣ (черезъ 2 — $2^1/_2$ ч.), потомъ во второй и наконецъ въ первой (выдѣляющей) клѣткѣ (черезъ 4—5 часовъ). Такимъ образомъ при температурѣ ниже 20° (maximum скорости выдѣленія) проницаемости I, II и III клѣтокъ α_B, α_2 и α_3 почти одинаковы ($\alpha_B < \alpha_2$ и α_3); при 35° С. напротивъ того проницаемость α_3 дѣлается наибольшей, α_B — наименьшей; слѣдовательно около температуры, соотвѣтствующей максимуму скорости выдѣленія воды, отношенія $\frac{c_2}{c_1} \frac{\alpha_2}{\alpha_B}$ и $\frac{c_3}{c_2} \frac{\alpha_3}{\alpha_2}$ начинаютъ быстро увеличиваться (такъ какъ концентраціи не мѣняются), чѣмъ и понижаютъ скорость выдѣленія, сводя ее постепенно къ минимуму.

Что касается вліянія температуры на энергію выдѣленія воднаго раствора эпидермальными образованіями другихъ растеній, то въ общихъ чертахъ оно остается тѣмъ же, какъ и вліяніе ея на выдѣленіе воды волосками Phaseolus. Повышеніе температуры обыкновенно сначала очень быстро увеличиваетъ скорость выдѣленія, перейдя же извѣстный оптимумъ, оно оказываетъ депремирующее дѣйствіе, пока не прекращаетъ наконецъ выдѣленіе воды окончательно. Само собою разумѣется, что какъ optima такъ и maxima различныхъ растеній различны, хотя первые всегда колеблются между 18 — 30° С., послѣднія же между 20—40° С. *Такимъ образомъ характернымъ отличіемъ въ дѣйствіи повышенія температуры на выдѣленіе водныхъ растворовъ многоклѣтными и одноклѣтными растеніями является присутствіе optimum и maximum выдѣленія у первыхъ и совершенное отсутствіе ихъ у вторыхъ, что вполнѣ удовлетворительно объясняется выведенными формулами.*

Предположенія относительно дѣйствія наркотизирующихъ веществъ и ядовъ.

в) *Дѣйствіе наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ.* При изученіи выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus было показано, что слабыя и постепенно дѣйствующія дозы наркотизирующихъ веществъ приводятъ къ пониженію проницаемости плазматической оболочки, слѣдствіемъ котораго является уменьшеніе и наконецъ полное прекращеніе выдѣленія воды. Наоборотъ сильныя и внезапно дѣйствующія дозы ихъ вызываютъ сильное повышеніе проницаемости плазматическаго мѣшка, а слѣдовательно, согласно ожиданію, и сильное увеличеніе выхода водныхъ капель. Подобное же дѣйствіе оказываютъ на процессъ выдѣленія воды и ядовитыя вещества. Предполагая, что въ дѣйствіи анестезирующихъ и ядовитыхъ веществъ на протоплазму одноклѣтныхъ и многоклѣтныхъ растеній не можетъ быть большого различія, мы можемъ ожидать, что плазматическая оболочка клѣтокъ многоклѣтнаго растенія будетъ также понижать или повышать свою проницаемость, смотря по количеству и скорости дѣйствія ядовъ. Обращаясь прежде всего къ формулѣ, выведенной нами для скорости выдѣленія воды многоклѣтной системой (форм. XIII), видимъ, что уменьшеніе проницаемости плазматическихъ оболочекъ какъ для воды (т. е. увеличенія внутренняго тренія, или, что то же, увеличеніе a), такъ и для растворенныхъ въ ней веществъ α_A и α_B ведетъ къ уменьшенію скорости выдѣленія воды. Съ другой стороны отношеніе $\frac{c_2}{c_1} \frac{\alpha_2}{\alpha_B}$, входящее въ формулу, можетъ при этомъ увеличиваться, уменьшаться или оставаться безъ перемѣны, смотря по тому различно или одинаково уменьшаются α_B и α_2 (см. предыд. главу). При неравномъ уменьшеніи послѣднихъ можно ждать аналогичнаго

измѣненія ихъ отношенія, какъ и при пониженіи проницаемостей вслѣдствіи пониженія температуры.

При пониженіи же температуры уменьшеніе проницаемостей плазматической оболочки приводитъ, какъ мы знаемъ изъ предыдущей главы, къ уменьшенію скорости выдѣленіе воды. Слѣдовательно при постепенномъ дѣйствіи небольшихъ количествъ наркотизирующихъ веществъ нужно ждать также пониженія скорости выдѣленія воды эпидермальными органами.

При сильномъ и скоромъ дѣйствіи наркотиковъ и ядовъ происходитъ увеличеніе проницаемостей плазматическихъ оболочекъ; слѣдовательно и въ этомъ случаѣ можно ждать измѣненіе скорости выдѣленія воды, аналогичное измѣненію ихъ вслѣдствіи возвышенія температуры. Такъ какъ опыты съ дѣйствіемъ ядовъ производятся при обыкновенной температурѣ, т. е. около 20° С., то всякое (новое) повышеніе проницаемости плазматической оболочки естественно должно понижать энергію выдѣленія (см. кривую вліянія температуры). Увеличеніе комнатной температуры на 15 градусовъ, какъ мы знаемъ, дѣлаетъ выдѣленіе воды совершенно невозможнымъ. Однако увеличеніе температуры на 15 градусовъ не повышаетъ проницаемость плазматической оболочки болѣе какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза (см. опыты Rysselberghe'a), тогда какъ дѣйствіе ядовъ и наркотиковъ повышаетъ проницаемость послѣдней, какъ было указано при изслѣдованіи выдѣленія воды у Pilobolus, иногда болѣе чѣмъ въ 3 раза (см. стр. 22). Поэтому сильное и быстрое дѣйствіе наркотизирующихъ веществъ и ядовъ въ большинствѣ случаевъ должно выражаться у септированныхъ растеній въ совершенномъ прекращеніи, а менѣе сильное — въ замедленіи выдѣленія воды.

Для провѣрки высказанныхъ предположеній обратимся къ опыту.

Опыты для провѣрки предположеній.

Постановка опытовъ остается та же самая: половинки листочковъ Phaseolus multiflorus помѣщаются во влажную атмосферу (чашки Петри съ мокрой бумагой), при чемъ однѣ изъ нихъ или предварительно подвергаются дѣйствію ядовитаго вещества или все время выдѣленія воды находятся подъ ихъ вліяніемъ, тогда какъ другія оставляются, какъ контрольныя, безъ какого бы то ни было воздѣйствія ядовъ.

Слѣдующія таблицы показываютъ результаты опытовъ. Объемы жидкости, выдѣленные въ теченіе 16 час. и выраженные въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки, перечислены на 1 кв. сант. поверхности листа.

ТАБЛИЦА VII, показывающая дѣйствіе небольшого количества анестезирующихъ веществъ.

Эфиръ (содержаніе: около 0,5 грамма въ литрѣ атмосферы — дѣйствуетъ все время выдѣленія раствора).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	87	114
2	10	24
3	72	98
4	26	65
5	2	10

Хлороформъ (содержаніе: около 0,2 гр. въ литрѣ атмосферы — дѣйствуетъ все время выдѣленія раствора).

Листья №№	подвергавшіясяне дѣйствію яда	подвергавшіяся половинки листа.
1	38	50
2	17	26
3	42	65
4	25	38
5	35	57

ТАБЛИЦА VIII, показывающая вліяніе на выдѣленіе раствора сильнаго, но непродолжительнаго воздѣйствія наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ.

Теинъ (кофеинъ) — листья погружались на $1/2$ часа въ $1/2\%$ водный растворъ.

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	5	62
2	2	70
3	1	29
4	0	23
5	0	45
6	1	48

Спиртъ (пары, дѣйствіе продолжается 10 минутъ).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	0,5	36
2	0	20
3	20	95
4	1,8	30
5	4	55
6	2	47

Хлороформъ (пары, избытокъ, дѣйствіе 4 минуты).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	5	40
2	12	85
3	4	38
4	2	25
5	4	48

Пары амміака (дѣйствіе 5 минутъ).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листа.
1	0	35
2	2	65
3	3	49
4	1	37
5	0	30

Яды и наркотики вызываютъ пониженіе скорости выдѣленія воды.

Мы видимъ такимъ образомъ, что высказанныя теоретическія предположенія относительно дѣйствія наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ на выдѣленіе воднаго раствора септированными растеніями вполнѣ подтверждаются опытомъ. Согласно ожиданіямъ какъ медленное, такъ и быстрое дѣйствіе ядовъ приводитъ къ уменьшенію скорости выдѣленія воды, послѣднее же часто и къ совершенному ея прекращенію. Что уменьшеніе энергіи секреціи происходитъ именно вслѣдствіе въ одномъ случаѣ пониженія, въ другомъ — повышенія проницаемости плазматической оболочки, можно убѣдиться и опытнымъ путемъ. Анализъ показываетъ, что въ случаяхъ, гдѣ ожидается уменьшеніе проницаемости, напр. при продолжительномъ и слабомъ дѣйствіи эфира (см. таблицу), концентрація выдѣляющейся жидкости уменьшается. Наоборотъ послѣ быстраго и сильнаго дѣйствія ядовъ выходящая изъ волосковъ жидкость имѣетъ бо́льшее содержаніе твердыхъ веществъ, между которыми часто появляются органическія вещества, нормально отсутствующія; при этомъ жидкость обыкновенно имѣетъ ясно желтоватый оттѣнокъ, указывающій на пропусканіе пигмента плазматической оболочкой въ раздраженномъ состояніи

c) *Вліяніе свѣта.* При изученіи секреціи воднаго раствора у Pilobolus было показано, что прямой солнечный свѣтъ понижаетъ проницаемость плазматической оболочки и уменьшаетъ энергію выдѣленія воды, тогда какъ разсѣянный дневной свѣтъ не оказываетъ замѣтнаго вліянія на секрецію. Если дѣйствіе свѣта на протоплазму септированныхъ растеній отвѣчаетъ таковому на протоплазму Pilobolus, то подъ дѣйствіемъ прямыхъ солнечныхъ лучей мы должны ждать, какъ и при дѣйствіи малыхъ количествъ наркотизирующихъ веществъ, ослабленія выдѣленія воды. Опытъ оправдываетъ ожиданія, какъ нельзя лучше. При этомъ оказывается, что только менѣе преломляемой части спектра солнечные лучи обязаны своимъ дѣйствіемъ.

Сильный свѣтъ уменьшаетъ энергію выдѣленія воды.

Опытъ поставленъ былъ также какъ предыдущіе. Отличіе заключалось лишь въ томъ, что на покрывающую чашку Петри вмѣсто мокрой бумаги былъ помѣщенъ тонкій слой $\frac{1}{2}\%$ агарагара. Приведенныя въ табл. IX числа показываютъ объемы жидкости, выдѣленные въ теченіе 8 часовъ, въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки перечисленные на 1 кв. сант. поверхности листа. Такъ какъ слой сажи пропускаетъ всю ультракрасную часть спектра, то ослабленіе секреціи не можетъ никоимъ образомъ быть приписано дѣйствію тепловыхъ лучей. Слѣдовательно только менѣе преломляемымъ свѣтовымъ лучамъ принадлежитъ свойство понижать проницаемость плазматической оболочки.

ТАБЛИЦА IX, показывающая дѣйствіе прямыхъ солнечныхъ лучей на скорость выдѣленія раствора волосками Phaseolus.

Листья №№	лучи пропускались черезъ: амміачный растворъ окиси мѣди.	растворъ хромпика.	толстый слой сажи.
1	87	21	78
2	103	35	95
3	55	45	67
4	68	23	61
5	35	7	40
6	25	13	32

d) *Значеніе кислороднаго дыханія.* Выдѣленіе воды идетъ, какъ мы знаемъ, у Pilobolus совершенно съ одинаковой энергіей присутствуетъ или отсутствуетъ кислородъ въ атмосферѣ, окружающей грибъ.

Въ виду только что полученнаго полнаго согласія въ дѣйствіи различныхъ внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воды у Pilobolus и зеленыхъ растеній, можно было бы ожидать, что и для секреціи воднаго раствора зелеными растеніями кислородное дыханіе не имѣетъ значенія. Однако опытъ не подвердилъ такого предположенія. Въ атмосферѣ съ полнымъ отсутствіемъ кислорода выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными образованіями зеленыхъ растеній сначала сильно задерживается, а потомъ и совершенно прекращается. Съ другой стороны оказалось, что достаточно присутствія въ атмосферѣ около 1% кислорода, чтобы секреція продолжалась съ той же энергіей какъ, и въ воздухѣ.

Опыты велись слѣдующимъ образомъ. Въ двѣ одинаковыя банки съ гуттаперчевыми пробками, каждая съ двумя газоотводными трубками, помѣщались половинки листьевъ Phaseolus, Abutilon, Polypodium, Camelia и Nicotiana такимъ образомъ, чтобы только черешки были погружены въ воду, налитую на днѣ банки.

Выдѣленіе воды прекращается безъ кислорода.

Трубки одной изъ банокъ соединялись съ сильнымъ водянымъ насосомъ и ртутнымъ газометромъ, наполненнымъ обезкислороженнымъ пирогаловокислымъ каліемъ азотомъ. Попеременнымъ выкачиваніемъ воздуха изъ банки и наполненіемъ ее вновь азотомъ можно было добиться очень совершеннаго удаленія кислорода изъ атмосферы, окружавшей листья (анализъ не обнаруживалъ кислорода). Черезъ 18 часовъ половинки листьевъ, находившіяся въ безкислородной атмосферѣ, оставались почти что сухими, тогда какъ контрольныя половинки, остававшіяся въ воздухѣ были, покрыты обильно выдѣлившимся секретомъ. Въ банку съ азотомъ впущено послѣ этого около 5% воздуха (т. е. 1% кислорода). Черезъ слѣдующіе 15 часовъ на листьяхъ выдѣлилось довольно много секрета, однако не такъ много, какъ на листьяхъ, все время остававшихся въ воздухѣ.

Если тотъ же опытъ повторялся съ тѣмъ различіемъ, что вмѣсто чистаго азота банка наполнялась съ самаго начала азотомъ, содержащимъ немного болѣе 1% кислорода, то вы-

дѣленіе воды продолжалось въ такой атмосферѣ съ тою же энергіей, какъ и въ воздухѣ. При такомъ маломъ содержаніи кислорода, какъ въ послѣднемъ опытѣ, дыханіе въ бо́льшей своей части дѣлается интромолекулярнымъ (Pfeffer II p. 548). Недостатокъ кислорода во всякомъ случаѣ сильно отражается на дѣятельности растенія; поэтому трудно было бы представить себѣ, чтобы выдѣленіе раствора клѣтками продолжалось съ той же энергіей въ атмосферѣ съ содержаніемъ 1% кислорода, какъ въ воздухѣ, совершенно прекращаясь въ то-же время при полномъ удаленіи кислорода, если активное выдѣленіе воды было бы результатомъ таинственной дѣятельности протоплазмы. Гораздо проще объяснить результатъ опыта слѣдующимъ образомъ. При полномъ отсутствіи кислорода въ атмосферѣ, окружающей листья, въ клѣткахъ послѣднихъ накопляется ядовитое вещество, легко окисляющееся даже при самомъ незначительномъ содержаніи кислорода въ атмосферѣ. Что при интромолекулярномъ дыханіи зеленыхъ частей растенія накопляется легко окисляющееся альдегидное вещество, показалъ впрочемъ еще Mazé (p. 368).

Съ своей стороны я могу прибавить, что безкислородная атмосфера послѣ 18-ти часового пребыванія въ ней листьевъ пріобрѣтаетъ особенно характерный альдегидный запахъ, совершенно отсутствующій, если въ атмосферѣ находилось хотя бы и 1% кислорода. При этомъ листья послѣ долгаго пребыванія въ совершенно свободной отъ кислорода средѣ дѣлаются нѣсколько вялыми, совершенно такъ же, какъ если бы они находились въ атмосферѣ съ значительнымъ содержаніемъ паровъ спирта или хлороформа. Не можетъ быть никакого сомнѣнія въ томъ, что ядовитое вещество, развивающееся при дыханіи листьевъ въ безкислородной атмосферѣ (вѣроятно альдегиднаго характера), повышаетъ сильно проницаемость плазматической оболочки клѣтокъ листа, какъ это дѣлаютъ и другіе яды, а этимъ самымъ обусловливаетъ пониженіе и прекращеніе выдѣленія раствора. Наблюденіе скорости наступленія и расхожденія плазмолиза показываютъ непосредственно, что послѣ пребыванія листьевъ въ безкислородной атмосферѣ проницаемость плазматической оболочки дѣйствительно увеличивается въ нѣсколько разъ. Въ согласіи съ высказаннымъ предположеніемъ стоитъ также тотъ фактъ, что послѣ пребыванія листьевъ въ безкислородной средѣ, какъ и послѣ сильнаго дѣйствія ядовитыхъ веществъ (см. выше), выдѣленіе воды не происходитъ довольно продолжительное время, несмотря на помѣщеніе листьевъ вновь въ воздухѣ. Нужно по крайней мѣрѣ 10 — 30 часовъ, чтобы плазматическая оболочка выдѣляющихъ клѣтокъ пришла въ нормальное состояніе и выдѣленіе воды возобновилось.

Кажущееся несоотвѣтствіе результатовъ полученныхъ съ Pilobolus и зелеными растеніями, такимъ образомъ выясняется. Причину его, какъ мы видѣли, нужно искать въ различіи продуктовъ интромолекулярнаго дыханія въ томъ и другомъ случаѣ.

Окончательный выводъ.

Резюмируя все сказанное относительно выдѣленія воднаго раствора эпидермальными образованіями сосудистыхъ растеній, приходимъ къ заключенію, что и въ этомъ случаѣ, какъ въ случаѣ выдѣленія воднаго раствора одноклѣтными растеніями, разбираемый процессъ, хотя и можетъ быть подвергнутъ математическому анализу, какъ и всякій другой физическій процессъ, не лишенъ однако физіологической особенности благодаря большой измѣнчивости структуры плазматической оболочки клѣтокъ Наше предположеніе относительно причины выдѣленія воды эпидермальными органами (неравная проницаемость плазматической оболочки) находится, такимъ образомъ въ полномъ согласіи съ фактами.

Значеніе эпидермальныхъ органовъ при всасываніи воды листьями.

Въ заключеніе этого отдѣла нельзя не остановиться на часто приписываемой водовыдѣлительнымъ волоскамъ способности функціонировать, какъ всасывающіе воду органы. Именно этою способностью волосковъ обусловливается по мнѣнію Haberlandt'a быстрое возвращеніе тургора завядшаго листа Phaseolus multiflorus послѣ погруженія въ воду (Haberlandt' VII, 373). Доказательствомъ того, что гидатоды, а не эпидермисъ листа всасываютъ (можетъ быть даже активно, p. 373) воду служитъ «Lebensfärbungsversuch» (прижизненная окраска) растворомъ метиленовой синьки.

Слѣдующій опытъ показываетъ однако, мнѣ кажется, съ достаточною убѣдительностью, что никакого «активнаго всасыванія» при помощи гидатодъ не существуетъ. Листъ Phaseolus multiflorus разрѣзался на 2 равныя части; одна изъ половинокъ смазывалась алкогольнымъ растворомъ сулемы для умерщвленія гидатодъ. Послѣ того какъ обѣ половинки листа завядали, онѣ опускались въ воду. Черезъ 2—3 часа обѣ половинки возстанавливали обыкновенно полностью первоначальный тургоръ.

Такимъ образомъ, если всасываніе черезъ водовыдѣлительные волоски и происходитъ, послѣдніе служатъ лишь мѣстами «наибольшей проницаемости» для воды и къ всасыванію черезъ нихъ воды относятся совершенно пассивно (второе предположеніе Haberlandt'a p. 373).

Всасываніе завядшимъ листомъ воды есть, какъ не трудно видѣть, осмотическое всасываніе вслѣдствіе увеличенія концентраціи сока клѣтокъ листа при увяданіи. Слѣдовательно концентрація сока завядшихъ клѣтокъ должна быть больше концентраціи сока клѣтокъ, черезъ которыя происходитъ всасываніе. Раньше мы видѣли, что клѣтки водовыдѣлительныхъ волосковъ имѣютъ наибольшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Чтобы осмотическое всасываніе черезъ волоски сдѣлалось возможнымъ, необходимо поэтому, чтобы концентрація сосущихъ клѣтокъ паренхимы листа сдѣлалась больше концентраціи клѣтокъ волосковъ. Послѣднее будетъ выполнено, если листъ потеряетъ по крайней мѣрѣ $1/3$ всей содержащейся въ немъ воды, при условіи, что вода испаряется лишь изъ клѣтокъ паренхимы. Только при такомъ сильномъ увяданіи листа всасываніе черезъ волоски сдѣлается возможно.

Эпидермисъ листа Phaseolus, какъ мы знаемъ, легко проницаемъ для воды (во всѣхъ описанныхъ опытахъ съ выдѣленіемъ воды всасываніе происходило исключительно черезъ верхній эпидермисъ листа, не имѣющій водовыдѣлительныхъ волосковъ); при этомъ концентрація сока его клѣтокъ меньше концентраціи сока клѣтокъ паренхимы листа (см. выше); поэтому при самой слабой потерѣ воды паренхимой листа она тотчасъ возмѣщается черезъ эпидермисъ, если послѣдній соприкасается съ водой. Если принять во вниманіе, что поверхность эпидермиса листа въ сотни тысячъ разъ превосходитъ поверхность водовыдѣлительныхъ волосковъ, находящихся на немъ, то сдѣлается очевиднымъ, что главная масса воды даже и въ случаѣ потери при завяданіи болѣе $1/3$ всей воды (когда всасываніе черезъ волоски дѣлается возможнымъ) поступаетъ въ завядшій листъ черезъ клѣтки эпидермиса. Такимъ образомъ роль всасывающихъ воду органовъ совершенно не подходитъ къ водовыдѣлительнымъ волоскамъ.

Что же касается «Lebensfärbungsversuch», то считаю нужнымъ напомнить только, что этотъ способъ доказательства всасыванія воды листомъ исключительно черезъ волоски представляетъ самую обыкновенную реакцію на дубильныя вещества (Gerbstoffballen), всегда обильно присутствующія въ водовыдѣлительныхъ волоскахъ и отсутствующія въ клѣткахъ эпидермиса (см. Zimmermann. Micropisches Practicum и др.).

Въ полномъ согласіи съ только что изложеннымъ находится тотъ фактъ, что листья, имѣющіе толстый, хуже проницаемый для воды эпидермисъ, какъ напр. листья камеліи, не дѣлаются послѣ завяданія вновь тургесцирующими, несмотря на продолжительное пребываніе въ водѣ и вполнѣ здоровые водовыдѣлительные эмергенцы.

Гл. 3. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями черезъ устьица и др. отверстія эпидермиса.

Въ началѣ этого отдѣла было упомянуто, что водныя устьица безразлично съ сильно или слабо развитой эпитемой представляютъ лишь отверстія для выхода пасоки, фильтрующейся изъ сосудовъ и трахеидъ подъ напоромъ корневого или стеблевого давленія. Относительно возможности активнаго участія эпитемы въ процессѣ выдѣленія воды изъ устьицъ имѣется только указаніе Haberlandt'а, полагающаго, что остановка въ выдѣленіи капель на листьяхъ Ficus и Conocephalus послѣ отравленія устьицъ алкогольнымъ растворомъ сулемы служитъ доказательствомъ активности послѣднихъ.

Выше было показано, что самостоятельно (активно) функціонирующіе эпидермальные водовыдѣлительные органы совершенно не нуждаются ни въ какомъ давленіи въ сосудистой системѣ. Выдѣленіе воды, какъ мы знаемъ, идетъ съ одинаковой силой, находятся ли волоски въ сообщеніи съ сосудистой системой или отдѣлены отъ нея. Поэтому прежде всего нужно было ожидать отъ активно-функціонирующихъ водяныхъ устьицъ безразличіе ихъ къ давленію въ сосудистой системѣ.

Дѣло обстоитъ однако совершенно иначе у Ficus и Conocephalus. Выдѣленіе воды совершенно прекращается на срѣзанномъ листѣ этихъ растеній и только при искусственномъ вдавливаніи воды въ черешокъ листа можно заставить капли вновь выходить изъ устьицъ.

Такимъ образомъ эпитемы Ficus и Conocephalus оказываются активными только тогда, когда въ ихъ активности нѣтъ больше никакой надобности. Дѣйствительно, одного лишь взгляда на рисунокъ Haberlandt'а, изображающій поперечный разрѣзъ воднаго устьица Conocephalus ovatus, достаточно, чтобы убѣдиться въ томъ, что фильтрація пасоки подъ давленіемъ въ сосудистой системѣ идетъ совершенно независимо отъ того, будутъ ли клѣтки эпитемы активны или нѣтъ. Окончанія трахеидъ соприкасаются съ широкими межклѣтниками эпитемы, открывающимися въ водную полость подъ устьицемъ. При достаточномъ давленіи въ сосудистой системѣ пасока очевидно безъ затрудненія выходитъ изъ трахеидъ въ межклѣтники и благополучно достигаетъ устьица. Впрочемъ и самъ Haberlandt видитъ себя вынужденнымъ обратиться къ активности клѣтокъ эпитемы только вслѣдствіе факта прекращенія выдѣленія капель послѣ отравленія устьицъ. Не проще ли однако прекращеніе выдѣленія объясняется спаденіемъ *губчатой* паренхимы эпитемы, подобно тому какъ это предполагаетъ Spanjer (р. 71). Межклѣтники эпитемы дѣлаются при этомъ очевидно слишкомъ узкими, а можетъ быть и закрываются даже мѣстами. Проходъ вышедшей изъ трахеидъ воды черезъ эпитему дѣлается такимъ образомъ затрудненнымъ; давленіе въ сосудистой системѣ повышается и дѣлается достаточнымъ для иньекціи мезофила листа, какъ это было въ опытѣ Haberlandt'а. Слѣдующіе опыты съ достаточной, мнѣ кажется, убѣдительностью, подтверждаютъ высказанныя предположенія.

Ficus carica. 1. Въ листъ подъ давленіемъ въ 35 ctm. ртутнаго столба вдавливалась вода (безъ давленія, какъ уже сказано, выдѣленіе не идетъ). Черезъ два часа изъ водныхъ устьицъ показались первыя капли. Выдѣлившаяся вода удалена и устьица смазаны 0,1% растворомъ сулемы. Черезъ два часа выдѣлились вновь капли прежнихъ размѣровъ. Послѣ этого зубцы листа съ функціонировавшими устьицами опускались въ 1% алкогольный растворъ сулемы, въ которомъ и оставались погруженными нѣкоторое время. Черезъ нѣсколько часовъ послѣ помѣщенія листа во влажную атмосферу водныхъ капель еще незамѣтно. Давленіе увеличено до 70 ctm. Спустя 16 часовъ изъ отравленныхъ кончиковъ листа показались вновь капли.

Ficus elastica. 2. Въ молодой листъ вдавливалась вода подъ давленіемъ 35 ctm. Черезъ 15 часовъ вода еще не показалась изъ устьицъ; листъ начинаетъ иньецироваться. Черезъ сутки: листъ сильно иньецированъ, вода изъ водныхъ устьицъ не выдѣляется; масса капель показалась съ нижней стороны листа изъ обыкновенныхъ дыхательныхъ устьицъ. Анатомическое изслѣдованіе показываетъ, что межклѣтники эпитемы еще мало развиты, но клѣтки совершенно свѣжи.

Болѣе старый листъ. 3. Давленіе 35 ctm. Черезъ 15 час. изъ водныхъ устьицъ вышли

капли. Листъ немного иньецировался. Въ слѣдующіе дни выдѣленіе воды продолжалось, иньекція не увеличилась.

Изъ опыта 1 видно, что только при отравленіи значительной части паренхимы, окружающей водное устьице, происходитъ задержка въ выдѣленіи воды. При увеличеніи же давленія въ сосудистой системѣ препятствіе, созданное отравленіемъ ткани (и очевидно спаденіемъ межклѣтниковъ), преодолѣвается и вода выходитъ изъ устьица. Если бы выдѣленіе воды изъ воднаго устьица могло происходить только подъ вліяніемъ жизнедѣятельности клѣтокъ эпитемы (или все то же ихъ осмотической активности), то никакое увеличеніе давленія очевидно не могло бы вызвать вновь секреціи. Такимъ образомъ задержка послѣдней вслѣдствіе отравленія чисто механическаго характера и состоитъ въ затрудненіи прохода для воды, фильтрующейся изъ трахеидъ.

Опытъ 2 и 3 съ другой стороны показываютъ, что не жизнедѣятельности клѣтокъ эпитемы мы должны приписывать выдѣленіе воды изъ устьицъ, а состоянію пути для воды, фильтрующейся изъ сосудистой системы. Межклѣтники паренхимы листа оказывали очевидно меньшее сопротивленіе иньецированію водой, чѣмъ межклѣтники эпитемы. Странно было бы думать, что клѣтки эпитемы молодого листа, гдѣ всѣ функціи протекаютъ энергичнѣе, могутъ хуже функціонировать, чѣмъ клѣтки эпитемы стараго листа. Активно выдѣляющія воду эпидермальныя образованія молодого листа функціонируютъ напр. гораздо энергичнѣе.

Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что первый опытъ удался бы и съ Conocephalus ovatus. Хотя это растеніе и невозможно было имѣть здѣсь (его и гербарный матеріалъ отсутствуетъ въ Ботаническомъ саду въ С.-Петербургѣ), однако опыты, аналогичные описаннымъ, мнѣ удалось произвести съ тѣмъ же результатомъ надъ другими Moraceae (именно: Morus alba и nigra). Такимъ образомъ вопросъ о существованіи активной эпитемы, мнѣ кажется, можно считать окончательно рѣшеннымъ въ отрицательномъ смыслѣ.

Въ чемъ же заключается физіологическая роль эпитемы и вообще всего воднаго устьица при процессѣ выдѣленія воды?

Въ послѣднее время Max. v. Minden показалъ, что вода, вдавливаемая корневымъ давленіемъ въ листья, можетъ выдѣляться не только изъ водныхъ устьицъ, но часто изъ отверстій въ эпидермисѣ, образовавшихся вслѣдствіе мѣстнаго разрушенія клѣтокъ (p. 10—17). Съ другой стороны, согласно приводимымъ ниже опытамъ, выдѣленіе воды у многихъ Papilionaceae совершается послѣ небольшой иньекціи мезофилла черезъ обыкновенныя воздушныя устьица (то же извѣстно давно ужъ для злаковъ). При этомъ какъ въ томъ такъ и въ другомъ случаѣ выдѣленіе воды происходитъ не менѣе легко, чѣмъ выдѣленіе черезъ типичныя водныя устьица другихъ растеній. Анатомическое изслѣдованіе показываетъ, что въ частяхъ листа, гдѣ совершается выдѣленіе воды, трахеиды окончаній сосудистыхъ пучковъ соприкасаются съ широкими межклѣтниками. Такъ что главной причиной того, почему фильтрація воды изъ сосудистой системы совершается именно въ мѣстахъ выдѣленія капель, а не другихъ частяхъ листа, является очевидно меньшее сопро-

тивленіе межклѣтниковъ. Если мы искусственно создаемъ препятствіе отводу воды въ мѣстахъ нормальнаго выдѣленія капель (заклеиваніемъ или отравленіемъ устьицъ), то фильтрація начинается въ мѣстахъ, представлявшихъ до этого большее сопротивленіе т. е. черезъ сосудистыя влагалища, производя иньекцію мезофилла листа водой[1]).

Въ виду только что изложеннаго не трудно видѣть, какую роль играетъ эпитема въ выдѣленіи воды черезъ водныя устьица. Чѣмъ уже межклѣтники эпитемы, тѣмъ большее сопротивленіе оказываютъ они прохожденію черезъ нихъ воды. Наоборотъ, чѣмъ шире эти межклѣтники и чѣмъ меньше клѣтокъ содержитъ эпитема, тѣмъ легче находитъ себѣ выходъ фильтрующаяся пасока наружу. Изученіе развитія водныхъ устьицъ показываетъ, что устьице начинаетъ функціонировать только съ того возраста, когда интерцеллюляры эпитемы дѣлаются достаточно широкими. Впослѣдствіи же, когда на очень старыхъ листьяхъ клѣтки эпитемы отмираютъ и содержимое ихъ, превращаясь въ камедь и смолу, закупориваетъ межклѣтники, выдѣленіе воды дѣлается снова невозможнымъ. Сравненіе энергіи выдѣленія воды черезъ устьица у различныхъ растеній показываетъ, что чѣмъ слабѣе развита эпитема и чѣмъ шире ея межклѣтники, тѣмъ легче совершается выдѣленіе воды (т. е. меньшее давленіе нужно, чтобы вызвать выхожденіе капель) и тѣмъ дольше сохраняется на листьяхъ способность выдѣленія, и наоборотъ. Такъ что эпитема играетъ повидимому только роль клапана для фильтрующейся изъ трахеидъ воды. Только при достаточно большомъ давленіи въ сосудистой системѣ выхожденіе воды дѣлается возможнымъ. Однако давленіе вслѣдствіе существованія эпитемы можетъ сдѣлаться, какъ мы видѣли въ опытѣ съ Ficus elastca[2]), настолько велико, что происходитъ иньекція мезофилла листа водой и водоотводящій аппаратъ оказывается такимъ образомъ не въ силахъ выполнить свою функцію. Что касается теперь роли эпитемы, состоящей въ поддерживаніи межклѣтниковъ, примыкающихъ къ сосудистымъ окончаніямъ, заполненными постоянно водою, и въ облегченіи такимъ образомъ выдѣленія воды наружу, то микроскопическое изслѣдованіе не подтверждаетъ такой роли, такъ какъ въ сухую погоду межклѣтники эпитемы оказываются наполненными воздухомъ, и несмотря на это, при первомъ пониженіи испаренія выдѣленіе воды возобновляется безъ труда. Во всякомъ случаѣ возможность выдѣленія воды черезъ устьица, лишенныя какой бы то ни было эпитемы и часто функціонирующія въ другое время какъ дыхательныя, доказываетъ, что значеніе эпитемы нельзя видѣть въ означенной роли.

Совершенно независимо отъ того, затрудняетъ или облегчаетъ эпитема выдѣленіе пасоки наружу, существованіе ея прежде всего обусловливается наслѣдственностью[3]). То же самое можно сказать и относительно той или другой особенности устьицъ, изъ которыхъ происходитъ выдѣленіе воды. Послѣднее въ особенности потверждается существованіемъ

1) См. также мою работу «Die Bedeutung der Wasser absondernden Organe...» и т. д. Flora 1902 г., гдѣ препятствіе нормальной фильтраціи черезъ устьица создавалось при помощи удаленія устьицъ и заживленія раны.

2) То же было еще раньше показано и опытами Moll'а.

3) Къ тому же выводу приходитъ и Max. v. Minden (p. 54).

цѣлаго ряда растеній, гдѣ, несмотря на энергичное выдѣленіе воды, ни эпитемы, ни какихъ либо преформированныхъ устьицъ не имѣется. У такихъ растеній въ теченіе тысячелѣтій выдѣленіе воды всегда происходило чрезъ дыхательныя устьица. Кромѣ злаковъ (Haberlant) сюда должно отнести также многіе виды Papilionaceae; къ описанію выдѣленія воды у послѣднихъ я и позволяю себѣ теперь перейти.

Гл. 4. Выдѣленіе воды черезъ дыхательныя устьица у Papilionaceae.

Volkens, впервые изслѣдовавшій распространеніе явленія выдѣленія воды у различныхъ семействъ сосудистыхъ растеній, указываетъ на Papilionaceae, какъ на одно изъ немногихъ семействъ, гдѣ не замѣчается ни выдѣленія воды, ни органовъ, которые позволяли бы заключить о возможности существованія такового (p. 31). Этотъ выводъ Volkens'а не подтвердился, какъ мы знаемъ, впослѣдствіи. Изслѣдованія Haberlandt'а указали на существованіе у Phaseolus multiflorus и Vicia sepium (VI, 90) выдѣленія воды головчатыми волосками. Кромѣ того тѣмъ же ученымъ было найдено на листьяхъ послѣдняго растенія устьице, очень похожее на дыхательное, функціонирующее однако при вдавливаніи въ листъ воды, какъ водное. По даннымъ автора, это устьице лежитъ всегда на листовомъ кончикѣ (Blattspitze). Выдѣленіе воды у Papilionaceae изслѣдуетъ впослѣдствіи Spanjer, при чемъ подтверждаетъ фактъ выдѣленія воды у Phaseolus multiflorus и Vicia sepium, но съ другой стороны подтверждаетъ и наблюденія Volkens'а относительно слѣдующихъ растеній: Lupinus, Trifolium, Amicia, Orobus, Lathyrus, Hedysarum и Virgilia (p. 59). Этимъ пока ограничиваются литературныя данныя относительно выдѣленія воды Papilionaceae.

Приступаю къ описанію своихъ опытовъ:

Pisum sativum. Нѣсколько хорошо политыхъ водой горшковъ съ молодыми растеніями были поставлены во влажную атмосферу при темпер. 23° С. Черезъ $1\frac{1}{2}$ часа почти у половины взятыхъ растеній на стебляхъ и листьяхъ появились крупныя капли воды. Послѣ удаленія капли быстро замѣнялись новыми. Мѣсто появленія ихъ совершенно неопредѣленно, хотя чаще можно было видѣть капли ближе къ краямъ листовыхъ пластинокъ и съ морфологически верхней стороны (но капли съ нижней стороны листьевъ и на срединѣ пластинокъ — не рѣдкость). Срѣзанныя и поставленныя въ воду растенія прекращаютъ выдѣленіе капель.

Опыты съ давленіемъ. Вода вдавливалась столбомъ ртути въ 10 сантим. Минутъ черезъ 5 появлялись первыя капли на ближайшихъ къ срѣзу частяхъ стебля. Затѣмъ выдѣленіе воды распространялось на прилистники, главные нервы и наконецъ листовыя пластинки. При 20 сант. давленія первыя капли появлялись черезъ 1 — 2 минуты, при чемъ фильтрація воды черезъ стебель дѣлалась настолько значительной, что въ 20 — 30 м. удавалось черезъ стебель діаметра 4 mm. профильтровать 20—40 куб. сант. воды.

Выдѣленіе воды изъ стебля и листьевъ происходитъ, какъ показываетъ микроскопическое наблюденіе изъ устьицъ, ничѣмъ не отличающихся отъ сосѣднихъ. Передъ выдѣленіемъ воды изъ листовой пластинки часть мезофилла иньецируется водой и вода изъ межклѣтниковъ идетъ въ сторону наименьшаго сопротивленіе, т. е. черезъ тѣ изъ ближайшихъ устьицъ, которыя болѣе легко пропускаетъ воду, при чемъ выдѣленіе воды можетъ происходить въ обѣ стороны одновременно: вверхъ и внизъ. Окончанія сосудистыхъ пучковъ не имѣютъ никакого отношенія къ устьицамъ, пропускающимъ воду.

Быстрота фильтраціи воды черезъ стебель объясняется широтою межклѣтниковъ его паренхимы, по объему составляющихъ почти $^1/_4$ всего его объема.

При вдавливаніи въ стебель 1% раствора эозина капли появлялись всегда позднѣе Выдѣленіе воды въ особенности на листьяхъ сильно затруднялось и даже прекращалось. Микроскопъ показывалъ въ такихъ случаяхъ закрытіе устьицъ, при чемъ замыкающія клѣтки послѣднихъ оказывались окрашенными. Только при увеличеніи давленія до 40 ctm. ртутн. столба выдѣленіе ядовитаго раствора возобновлялось.

Trifolium pratense. Вопреки показаніямъ Volkens'a и Spanjer'a, половина изъ высѣянныхъ въ общій ящикъ молодыхъ растеньицъ при помѣщеніи во влажную атмосферу показывала выдѣленіе водныхъ капель, главная масса которыхъ выходила изъ стеблей. Выдѣленіе воды происходитъ, какъ показываетъ микроскопъ, совершенно тѣмъ же путемъ, какъ и у Pisum. Устьица, изъ которыхъ происходитъ выдѣленіе, не имѣютъ никакого отношенія къ сосудистымъ окончаніямъ и совершенно тождественны съ сосѣдними.

Lupinus luteus. Выдѣленіе капель на молодыхъ растеніяхъ происходитъ главнымъ образомъ изъ листьевъ, при чемъ устьица подобно предыдущимъ примѣрамъ, не имѣютъ никакого отношенія къ сосудистымъ окончаніямъ и тождественны съ сосѣдними.

Ervum Lens. То же, что и для Trifolium.

Vicia sativa. Выдѣленіе воды замѣтно лишь у немногихъ экземпляровъ. Капли появляются главнымъ образомъ изъ стеблей, а также и листовыхъ пластинокъ. Выдѣленіе воды происходитъ совершенно тѣмъ же путемъ, какъ и у Pisum. Быстрая фильтрація черезъ стебель наблюдается здѣсь также какъ и у Pisum уже при давленіи въ 20—30 ctm.

Vicia sepium. Тоже, что и для Vicia sativa. Водное устьице Haberlandt'a не имѣетъ опредѣленнаго положенія и ничѣмъ не отличается отъ обыкновенныхъ воздушныхъ устьицъ. Выдѣленіе воды происходитъ тѣмъ же путемъ, какъ и у Pisum.

Приведенныхъ примѣровъ мнѣ кажется будетъ достаточно, чтобы показать, что выдѣленіе воды и у Papilionaceae можетъ происходить черезъ устьица, при чемъ послѣднія ничѣмъ не отличаются отъ обыкновенныхъ дыхательныхъ и не имѣютъ никакого отношенія къ окончаніямъ сосудистыхъ пучковъ. Эти устьица въ сухой атмосферѣ функціонируютъ очевидно и сами какъ дыхательныя.

Такимъ образомъ для выдѣленія воды Papilionaceae не нуждаются ни въ эпитемѣ, ни въ преформированныхъ устьицахъ.

Что дыхательныя устьица могутъ служить мѣстомъ выдѣленія воды изъ листьевъ при

слишкомъ большомъ сопротивленіи эпитемы, мы видѣли уже изъ опыта съ Ficus elastica. Съ другой стороны, въ опытахъ Moll'я, при сильномъ вдавливаніи воды водныя устьица не въ состояніи были предохранить листъ отъ иньекціи мезофилла съ послѣдующимъ выходомъ воды изъ воздушныхъ устьицъ. Весьма вѣроятно поэтому, что сопротивленіе, представляемое прохожденію воды водными устьицами и эпитемой, только немногимъ меньше, чѣмъ сопротивленіе сосудистыхъ влагалищъ. Различіе же въ сопротивленіи тѣхъ и другихъ нужно искать въ величинѣ ихъ межклѣтниковъ. Тамъ, гдѣ межклѣтники, граничащіе съ сосудистыми пучками (именно трахеидами и сосудами послѣднихъ), достаточно широки, какъ напр. у Pisum sativum, выдѣленіе воды наружу можетъ происходить и независимо отъ сосудистыхъ окончаній.

Гл. 5. Причина выдѣленія воды черезъ отверстія эпидермиса, т. е. причина плача.

Процессъ выдѣленія воды черезъ устьица сводится, какъ мы видѣли, во всѣхъ случаяхъ къ явленію плача. Поэтому, чтобы опредѣлить причину выдѣленія воды изъ устьицъ, нужно опредѣлить причину корневого и стеблевого давленія.

Если въ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органахъ мы имѣли примѣръ поверхностнаго расположенія движущей силы, рѣзко локализированной въ выдѣлительныхъ клѣткахъ, то въ плачѣ мы имѣемъ примѣръ воднаго тока, движущая сила котораго можетъ находиться внутри стебля или корня. Къ сожалѣнію наши свѣдѣнія относительно мѣста нахожденія двигателей плача еще болѣе чѣмъ недостаточны, поэтому трудно было бы провести полную параллель между поверхностными и внутренними двигателями воднаго тока. Съ другой стороны экспериментальное изслѣдованіе плача не могло входить въ программу предлагаемой работы; поэтому, ссылаясь на сочиненія другихъ авторовъ[1]), въ особенности Wieler'а, въ подробности разбирающія явленіе плача и заключающія въ себѣ массу цѣнныхъ опытныхъ данныхъ, я попробую выяснить только отчасти связь обоихъ явленій.

Посмотримъ прежде всего, насколько полученныя мною данныя относительно активной дѣятельности поверхностныхъ водовыдѣлительныхъ клѣтокъ согласуются съ данными Wieler'а и др., полученными относительно плача. Сходство ихъ дало бы намъ возможность высказаться утвердительно относительно аналогичности явленія плача съ явленіями поверхностнаго выдѣленія воды.

При пониженіи осмотическаго всасыванія перенесеніемъ корня въ растворъ селитры, глицерина или сахара плачъ замедляется или даже прекращается (р. 43—54), подобно тому какъ замедляется и прекращается выдѣленіе воды волосками Phaseolus послѣ помѣщенія листьевъ на растворъ поваренной соли.

---

1) Полную литературу вопроса можно найти въ работѣ Wieler'а.

При отсутствіи плача, его можно вызвать погруженіемъ на нѣкоторое время корня въ растворъ селитры или глицерина (р. 88 и слѣд.). Аналогичное дѣйствіе поваренной соли на усиленіе выдѣленія воды было описано нами и для волосковъ Phaseolus. Какъ здѣсь, такъ вѣроятно и при плачѣ соль входитъ въ плазматическій мѣшокъ выдѣляющихъ клѣтокъ, повышая концентрацію сока послѣднихъ.

Температура сильно увеличиваетъ плачъ. Такъ при 38—40° С. Vitis плачетъ почти въ 8 разъ сильнѣе, чѣмъ при 8° (р. 61); подобное увеличеніе вполнѣ соотвѣтствуетъ увеличенію выдѣленія воды у Pilobolus (гдѣ при 38° энергія секреціи тоже въ 8 разъ больше чѣмъ при 8° — см. кривую стр. 13). Что касается дѣйствія наркотиковъ и ядовъ на энергію плача, то оно вполнѣ соотвѣтствуетъ дѣйствію ихъ на выдѣленіе раствора поверхностными клѣтками. Хлороформъ уменьшаетъ и прекращаетъ плачъ подобно тому, какъ это было найдено мною и для выдѣленія воды волосками Phaseolus.

Плачъ, аналогично выдѣленію воды волосками, прекращается наконецъ въ безкислородной средѣ.

Такое полное согласіе имѣющихся данныхъ относительно плача и выдѣленія воднаго раствора поверхностными клѣтками растеній заставляетъ думать, что оба явленія обусловливаются тѣми же причинами.

Предположеніе Wieler'а о томъ, что плачъ вызывается различіемъ въ концентраціи различныхъ участковъ плазмы (р. 164 и слѣд.), не можетъ быть признано болѣе отвѣчающимъ фактамъ, чѣмъ гипотеза, видящая причину плача въ различіи проницаемости плазматической оболочки различныхъ частей клѣтокъ. Послѣдней гипотезѣ не противорѣчитъ, во всякомъ случаѣ, фактъ малой концентраціи жидкости, выдѣляющейся изъ водныхъ устьицъ хорошо плачущихъ растеній (напр. Calocasia, Vitis). Изъ формулы XIII, выведенной мною для скорости воднаго тока черезъ многоклѣтную водовыдѣлительную систему, видно, что проницаемость плазматической оболочки выдѣляющей клѣтки можетъ быть очень незначительной и несмотря на это, скорость выдѣленія воды будетъ оставаться большой, если достаточно велика разность $(1 - h_1 \alpha_B)\left(1 - \frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}\right) - (1 - h\alpha_A)(1 - h_1)$.

Не считая вопросъ рѣшеннымъ, позволяю себѣ однако надѣяться, что теоретическія соображенія и формулы, послужившія мнѣ руководящей нитью въ изслѣдованіи явленій активнаго выдѣленія раствора одноклѣтными и многоклѣтными растеніями, оправдаются и при дальнѣйшемъ изученія плача.

Резюмируя все изложенное относительно выдѣленія водныхъ растворовъ сосудистыми растеніями черезъ отверстія эпидермиса, приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Вода, выдѣляющаяся изъ устьицъ и другихъ отверстій эпидермиса растеній, доставляется исключительно клѣтками корня или стебля, при чемъ причина активной секреціонной дѣятельности послѣднихъ повидимому схожа съ причиной выдѣленія воды клѣтками эпидермальныхъ образованій.

2. Вода, фильтрующаяся изъ сосудистой системы, выходитъ предпочтительно изъ

водныхъ устьицъ и др. вслѣдствіе соприкосновенія сосудовъ и трахеидъ въ этихъ мѣстахъ съ широкими межклѣтниками, сообщающимися съ выводнымъ отверстіемъ.

3. Эпитема не способствуетъ, а наоборотъ задерживаетъ выдѣленіе воды изъ устьицъ, слѣдовательно играетъ роль лишь клапана, пропускающаго воду только при извѣстной высотѣ давленія въ сосудистой системѣ.

ГЛАВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

1. Выдѣленіе водныхъ растворовъ какъ одноклѣтными растеніями, такъ и водовыдѣлительными эпидермальными образованіями (волосками, эмергенцами и эпидермисами) высшихъ растеній совершается, согласно первой гипотезѣ Пфеффера, вслѣдствіе неравной проницаемости плазматической оболочки выдѣляющей клѣтки въ различныхъ ея частяхъ для веществъ, растворенныхъ въ клѣточномъ соку (нѣтъ ни одного факта противорѣчущаго этой гипотезѣ).

2. Ходъ явленія и вліяніе на него различныхъ внѣшнихъ факторовъ находятся въ полномъ согласіи съ требованіями математической формулы, выведенной для скорости выдѣленія воды на основаніи общепринятыхъ воззрѣній на осмотическое давленіе.

3. Проницаемость плазматической оболочки легко измѣняется подъ вліяніемъ какъ внутреннихъ, такъ и внѣшнихъ факторовъ, не дѣйствующихъ на проницаемость осадочныхъ полупроницаемыхъ перепонокъ. Вслѣдствіе этой особенности живой полупроницаемой перепонки процессъ выдѣленія воды должно разсматривать, какъ физіологическій процессъ.

4. У высшихъ растеній выдѣленіе воды производится активно или эпидермальными образованіями или клѣтками расположенными въ глубинѣ стебля и корня; существованіе активнаго выдѣленія воды клѣтками эпитемы водныхъ устьицъ у нѣкоторыхъ растеній (Ficus, Moraceae) не подтвердилось.

5. Водовыдѣлительные эпидермальные органы высшихъ растеній ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть разсматриваемы въ то же время какъ органы, служащіе всасыванію капельно-жидкой воды листомъ при недостаткѣ послѣдней въ тканяхъ растенія.

6. У многихъ видовъ Papilionaceae выдѣленіе воды подъ напоромъ корневого давленія совершается нормально исключительно черезъ дыхательныя устьица.

Въ заключеніе считаю своимъ пріятнымъ долгомъ выразить сердечнѣйшую признательность академику А. С. Фаминцыну, гостепріимно предоставившему мнѣ всѣ удобства своей лабораторіи, въ которой главнымъ образомъ произведены были опыты для предлагаемой работы, а также всѣмъ лицамъ, такъ или иначе содѣйствовавшимъ возникновенію означеннаго труда.

С.-Петербургъ, 24-го сентября 1903 года.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIIIe SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 7. Volume XV. № 7.

SUR
CERTAINES ÉGALITÉS GÉNÉRALES
COMMUNES À PLUSIEURS SÉRIES DE FONCTIONS
SOUVENT EMPLOYÉES DANS L'ANALYSE.

PAR

W. Stekloff.

(Présenté le 26 novembre 1903.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Ogobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.





Цѣна: 80 коп. — Prix: 2 Mark.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII[e] SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.
Томъ XV. № 7.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Volume XV. № 7.

SUR
CERTAINES ÉGALITÉS GÉNÉRALES
COMMUNES À PLUSIEURS SÉRIES DE FONCTIONS
SOUVENT EMPLOYÉES DANS L'ANALYSE.

PAR

W. Stekloff.

(Présenté le 26 novembre 1903.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 80 коп. — Prix: 2 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Мартъ 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ.*

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лин., № 12.

I.

1. Désignons par

$$V_1,\ V_2,\ V_3,\ \ldots,\ V_k,\ \ldots$$

une suite infinie de fonctions, définies suivant une loi quelconque dans un certain domaine (D), d'une, ou de deux, ou de trois variables indépendantes réelles x, y, z.

Soit f une autre fonction quelconque de ces variables.

S'il existe une suite de constantes

$$A_1,\ A_2,\ A_3,\ \ldots,\ A_k,\ \ldots,$$

bien déterminées et telles qu'on ait pour tous les points du domaine (D)

$$f = A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 + \ldots + A_kV_k + \ldots,$$

on dit que la fonction f se développe dans le domaine considéré en série procédant suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$.

Désignons, en général, par de l'élément du domaine (D), c'est-à-dire l'élément dx d'un intervalle (a, b), a et b étant des nombres donnés, l'élément d'une aire, l'élément superficiel ou enfin l'élément de volume, selon qu'il s'agit d'une seule, de deux ou de trois variables indépendantes.

Soit F une fonction quelconque, définie dans le domaine (D).

L'intégrale de F, étendue au domaine (D) tout entier, nous la désignerons par

$$\int F\, de.$$

Parmi les nombreux développements ceux, qui procèdent suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ satisfaisant aux conditions

$$\int pV_nV_m\, de = 0 \quad \text{pour } n \gtrless m, \tag{1}$$

p étant une certaine fonction continue et positive, déterminée pour chaque suite de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$, sont le plus souvent employés dans l'Analyse et dans les applications.

Rappelons, par exemple, dans le cas d'une seule variable x:

1°. Fonctions trigonométriques ($a = 0$, $b = 2\pi$)

$$\sin kx, \quad \cos kx. \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots .)$$

2°. Fonctions de Bessel, ou les fonctions ($a = 0$, $b = 1$)

$$P_{\mu,k} = P_\mu(\lambda_k x), \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots .)$$

où P_μ est une fonction vérifiant l'équation

$$x P_\mu'' + (2\mu + 1) P_\mu' + x P_\mu = 0,$$ [1]

μ étant une constante quelconque réelle, $\lambda_k (k = 1, 2, 3, \ldots .)$ désignant les racines positives d'une des équations suivantes

$$P_\mu(z) = 0, \quad P_\mu'(z) = 0, \quad z P_\mu'(z) - h P_\mu(z) = 0,$$

h étant une constante, différente de zéro.

3°. Fonctions de Lamé.

4°. Polynomes de Tchébicheff et, en particulier, polynomes de Jacobi et les fonctions de Legendre.

5°. Fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots .)$ satisfaisant aux conditions suivantes:

$$\begin{aligned} &V_k'' + (\lambda_k p - q) V_k = 0 \quad \text{pour } a < x < b, \\ &V_k' - h V_k = 0 \quad \text{pour } x = a, \\ &V_k' + H V_k = 0 \quad \text{pour } x = b, \end{aligned} \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots .)$$

où p et q sont les fonctions de x, continues et positives, dont la première ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b), h et H sont des constantes positives données, λ_k est une constante positive, bien déterminée pour chaque fonction $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots .)$ (constante caractéristique pour V_k) [2]).

Dans le cas de deux ou de trois variables nous signalons:

6°. Fonctions sphériques.

7°. Fonctions connues sous le nom de produits de Lamé.

---

1) Je désigne, en général, par F' et F'' les dérivées du premier et du second ordre de la fonction F.

2) Voir mon Mémoire: «Problème de refroidissement d'une barre hétérogène. Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse», 1901.

8°. Fonctions fondamentales dont j'ai établi l'existence en 1899 [1]).

9°. Fonctions fondamentales de M. Ed. Le Roy [2]).

10°) Fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$, définies pour chaque surface fermée (S) par les conditions

$$\frac{\partial^2 V_k}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_k}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V_k}{\partial z^2} + \lambda_k V_k = 0 \tag{2}$$

à l'intérieur de (S),

$$\frac{\partial V_{ki}}{\partial n} + h V_k = 0 \quad \text{sur } (S),$$

où je désigne par le symbole $\frac{d V_{ki}}{d n}$ ce qu'on appelle dérivée normale intérieure de la fonction V_k sur (S) [3]), par h une constante positive donnée, par λ_k un nombre positif, bien déterminé pour chacune des fonctions V_k [et pour chaque surface donnée (S)]. [4])

Dans le cas limite de $h = \infty$, nous obtiendrons les fonctions satisfaisant à l'équation (2) et s'annulant sur (S); pour $h = 0$, $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ se réduisent aux fonctions dont j'ai établi l'existence dans mon Mémoire déjà cité (Sur les problèmes fondamentaux etc.»).

Signalons enfin

11°. Fonctions universelles de M. A. Korn [5]) qu'on peut définir le plus convenablement par la relation

$$V_k(x, y, z) = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int \frac{p V_k(\xi, \eta, \zeta)}{r} dr, \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

l'intégrale (par rapport à ξ, η, ζ) étant étendue au domaine donné (D), r désignant la distance du point x, y, z au point variable ξ, η, ζ de (D), p une fonction de ξ, η, ζ positive,

---

1) W. Stekloff: «Sur l'existence des fonctions fondamentales.» Comptes rendus, 27 mars 1899.
Idem: «Les méthodes générales pour résoudre les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.» Kharkow, 1901 (en russe).

2) Ed. Le Roy: «Sur l'intégration des équations de la chaleur.» Annales de l'École Normale, 1897—98.
W. Stekloff: «Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.» Annales de l'École Normale, 1902.

3) n désigne la direction de la normale extérieure à la surface (S).

4) H. Poincaré: «Sur les équations de la Physique mathématique.» Rendiconti di Palermo, 1894.
S. Zaremba: «Sur l'équation aux dérivées partielles $\Delta u + \xi u + f = 0$ et sur les fonctions harmoniques.» Annales de l'École Normale, 1899.
Idem: «Sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques.» Journal de Mathématiques, 1900.
W. Stekloff: «Mémoire sur les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré.» Annales de Toulouse, 1901.
Idem: «Sur les problèmes fondamentaux etc.» Annales de l'École Normale, 1902.
A. Korn: «Ueber die Differentialgleichung $\Delta u + k^2 \varphi u = f$ und die harmonischen Functionen Poincaré's.» Berlin, 1902.

5) A. Korn: «Le problème mathématique des vibrations universelles.» Communications de la Société Mathématique de Kharkow, 1903.

continue dans (D), λ_k une constante positive, bien déterminée pour chacune des fonctions V_k [et pour chaque domaine donné (D)].

2. Supposons que $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ satisfont aux conditions

$$\int p V_k^2 de = 1, \tag{3}$$

ce qui est toujours possible d'admettre sans restreindre la généralité.

Considérons les fonctions 1°, 2°, 3°, 6° et 7° du *n*° 1.

On sait que toute fonction f (d'une seule variable dans les cas 1°, 2° et 3°, de deux variables dans le cas 6° et de trois variables dans le cas 7°), satisfaisant à certaines conditions, assez générales, dans un certain domaine (D), se développe en séries uniformément convergentes procédant suivant les fonctions dont il s'agit [1]).

Sans rappeler les conditions générales, il nous suffit de remarquer que ce développement a lieu, pourvu que la fonction f ainsi que ses dérivées de deux premiers ordres restent continues dans le domaine (D).

Ces conditions étant remplies, on a pour les points du domaine considéré

$$f = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

p désignant une fonction continue et positive.

De cette égalité on tire, en tenant compte de (1) et (3),

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \tag{4}$$

l'égalité ayant lieu pour toute fonction f continue avec ses dérivées de deux premiers ordres.

Considérons maintenant les fonctions 5°, 8°, 9° et 10°.

J'ai démontré dans divers Mémoires, cités plus haut, *sans m'appuyer sur la possibilité du développement d'une fonction donnée en séries des fonctions dont il s'agit*, que l'égalité (4) a lieu toujours, pourvu que f soit une fonction continue avec ses dérivées de deux premiers ordres.

En répétant presque textuellement les mêmes raisonnements nous pouvons établir l'égalité (4) pour les fonctions 11° de M. Korn sous les mêmes suppositions par rapport à f.

Quant aux fonctions 4° de Tchébicheff, l'égalité (4) aura lieu toutes les fois que la fonction f soit égale à un polynome quelconque en x.

---

1) Voir, par exemple, Dini: «Sopra la serie di Fourier», 1872.
Heine: «Handbuch der Kugelfunctionen», 1878.
Jordan: «Cours d'Analyse.» T. II, 1894.

Il en résulte de ce que nous avons dit que *l'égalité (4) a lieu pour chaque suite de fonctions, énumérées dans le n° 1, pourvu que f soit un polynome quelconque des variables x, y, z.*

On a donc pour tout polynome P et pour chaque suite de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ du n° 1

(5) $$\int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \quad B_k = \int p P V_k de.$$

3. Désignons maintenant par f une fonction quelconque, *bornée* et *intégrable* dans le domaine (D), et posons

$$f = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k + R_n, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

$$S_n = \int p R_n^2 de.$$

On trouve aisément, en tenant compte de (1) et (3),

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{n} A_k^2 + S_n.$$

Cette égalité conduit aux propositions suivantes ayant lieu *pour toute fonction f, bornée et intégrable dans le domaine donné (D)*:

1°. *La série*

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2$$

est toujours convergente, car

$$\sum_{k=1}^{n} A_k^2 \leqq \int p f^2 de,$$

quel que soit le nombre n.

2°. *La quantité S_n, considérée comme fonction de l'indice n, décroît, lorsque n croît indéfiniment*, car

$$S_n - S_{n+1} = A_{n+1}^2 > 0.$$

4. Posons maintenant

(6) $$P = \sum_{k=1}^{n} B_k V_k + R_n, \quad B_k = \int p P V_k de,$$

P étant un polynome quelconque en x, y, z.

Dans ce cas on trouve, en vertu de (5),

(7) $$\lim_{n=\infty} S_n = \lim_{n=\infty} \int p R_n^2 de = 0.$$

Soit ψ une autre fonction, bornée et intégrable dans le domaine (D).

Multiplions (6) par $p\varphi de$ et l'intégrons. On trouve, en tenant compte de (1) et (3),

$$\int p\psi P de = \sum_{k=1}^{n} B_k C_k + \int p\psi R_n de, \quad C_k = \int p\psi V_k de.$$

Or, quel que soit le nombre n,

$$\left(\int p\psi R_n de\right)^2 \leqq \int p R_n^2 de \cdot \int p\psi^2 de = Q^2 S_n,$$

où l'on a posé

$$Q^2 = \int p\psi^2 de.$$

Supposons que n croisse indéfiniment et passons à la limite; il viendra, en vertu de (7),

$$\lim_{n=\infty} \int p\psi R_n de = 0,$$

ce qui démontre la proposition suivante:

Quelle que soit la fonction ψ, bornée et intégrable dans le domaine (D), on a toujours, pour tout polynome P et pour toutes les fonctions V_k du n° 1, le développement suivant

$$\int p\psi P de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k C_k, \quad B_k = \int p\psi V_k de, \quad C_k = \int p P V_k de.$$

Le théorème énoncé, qui résulte immédiatement de l'égalité (5), n'est qu'un cas particulier d'un autre théorème beaucoup plus général que nous démontrerons plus loin.

5. Après ces remarques préliminaires, passons à la dèmonstration du théorème suivant:

Si l'égalité de la forme

(8) $$\int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \quad B_k = \int p P V_k de,$$

P étant un polynome quelconque en x, y, z, a lieu pour une suite quelconque de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$, satisfaisant aux conditions

(9) $$\int p V_n V_m de = 0, \quad si\ m \gtrless n, \quad \int p V_k^2 de = 1,$$

elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f, continue dans le domaine (D), c'est-à-dire on aura

$$\int pf^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int pfV_k de.$$

On peut employer, pour la démonstration, la méthode indiquée dans mon ouvrage: «Les méthodes générales pour résoudre etc.» (Kharkow, 1901, p. 251)[1]), moyennant le théorème connu de M. E. Picard sur le développement des fonctions continues en séries des polynomes. Mais on peut simplifier les raisonnements, comme l'a remarqué M. Liapounoff, de la manière suivante:

Quelle que soit la fonction f, continue dans le domaine (D), on peut toujours construire un polynome P tel qu'on ait en tous les points du domaine (D)

(10) $$|f - P| < \varepsilon,$$

ε etant un nombre positif, donné à l'avance.

C'est le théorème connu, établi pour la première fois par M. Weierstrass pour la fonction f ne dépendant que d'une seule variable x.

On sait maintenant que ce théorème reste vrai pour toute fonction continue f de plusieurs variables indépendantes.

En entendant par P dans (8) le polynome ainsi défini, écrivons cette égalité sous la forme suivante:

$$\int pf^2 de + 2\int pf(P-f)\, de + \int p(P-f)^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} (A_k + C_k)^2,$$

où l'on a posé

$$A_k = \int pfV_k de, \quad C_k = \int p(P-f)V_k de.$$

L'égalité précédente donne

(11) $$\int pf^2 de - \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 = \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 + 2\sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k - \int p(P-f)^2 de - 2\int pf(P-f)\, de.$$

Soient maintenant

$$a_1, \quad a_2, \quad a_3, \quad \ldots, \quad a_n,$$
$$b_1, \quad b_2, \quad b_3, \quad \ldots, \quad b_n$$

deux suites de nombres arbitraires, n étant un entier quelconque.

---

1) Voir aussi mon Mémoire: «Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Tchébicheff et, en particulier, suivant les polynomes de Jacobi.» Journal für die reine und angew. Mathematik, Bd. 125, 1902, p. 210 etc.

Quels que soient les nombres a_k, $b_k (k = 1, 2, \ldots, n)$, on a toujours

(12) $$\left| \sum_{k=1}^{n} a_k b_k \right| \leqq \sqrt{\sum_{k=1}^{n} a_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^{n} b_k^2}.$$

Supposant que n croisse indéfiniment et que les séries

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k^2, \quad \sum_{k=1}^{\infty} b_k^2$$

convergent, on aura, en passant à la limite,

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} a_k b_k \right| \leqq \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} a_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} b_k^2}.$$

Appliquons cette inégalité générale au cas de

$$a_k = A_k, \quad b_k = C_k,$$

ce qui est possible, car les séries

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2$$

convergent d'après le théorème 1° du n° 3.

On trouve

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k \right| < \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} C_k^2}.$$

D'autre part (voir n° 3),

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \leqq \int p f^2 de, \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 \leqq \int p (P-f)^2 de$$

et

$$\left| \int p f (P-f) de \right| \leqq \left(\int p f^2 de \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int p (P-f)^2 de \right)^{\frac{1}{2}},$$

d'où l'on tire

$$\sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 < \varepsilon^2 \int p de, \quad \left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k \right| < \varepsilon \sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de},$$

$$\left| \int p f (P-f) de \right| \leqq \varepsilon \sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de},$$

car, en vertu de (10),

$$\int p (P-f)^2 de < \varepsilon^2 \int p de.$$

Ces inégalités donnent, eu égard à (11),

$$\left| \int p f^2 de - \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \right| < \varepsilon N, \tag{13}$$

où

$$N = 2\varepsilon \int p de + 4\sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de}$$

est un nombre fini positif.

L'inégalité (13) démontre le théorème, énoncé au début de ce n⁰.

6. Soit maintenant $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ une suite quelconque de fonctions, complètement définies dans un domaine donné (D), satisfaisant aux conditions (9) et telles qu'on a toujours

$$\int p \psi^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p \psi V_k de, \tag{14}$$

quelle que soit la fonction ψ, *continue* dans le domaine (D).

Je démontrerai, dans ce qui va suivre, ce théorème général:

Si l'égalité (14) a lieu pour toute fonction ψ, continue dans (D), elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f qui n'est que bornée et intégrable dans le domaine donné.

Décomposons (D) en domaines élémentaires

$$e_1, \quad e_2, \quad e_3, \quad \ldots, \quad e_q,$$

q étant un nombre entier quelconque.

Désignons par e_k ceux de ces domaines particuliers, où l'oscillation O_k de la fonction f est plus petite qu'un nombre positif ε, donné à l'avance, par e_i — ceux, où l'oscillation O_i de f surpasse ε.

Comme f est intégrable dans (D), on peut choisir une décomposition convenable telle qu'on ait

$$\sum e_i < \varepsilon, \tag{15}$$

la somme étant étendue à tous les éléments e_i, où l'oscillation O_i surpasse le nombre ε.

Le nombre ε, qu'on peut prendre si petit que l'on veut, étant fixé d'une manière convenable, formons une fonction ψ, *continue* dans le domaine (D) tout entier, et telle que l'on ait en tous les points de chacun des éléments e_k

$$\psi = f + \eta, \tag{16}$$

où η est une fonction satisfaisant à la condition

$$|\eta| < \varepsilon. \tag{17}$$

Cela est toujours possible, car l'oscillation de f ne surpasse pas ε dans chacun des eléments e_k.

Posons maintenant

$$f = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k + R_n, \qquad A_k = \int p f V_k de, \tag{18}$$

$$\psi = \sum_{k=1}^{n} B_k V_k + R_n', \qquad B_k = \int p \psi V_k de, \tag{19}$$

$$S_n = \int p R_n^2 de, \qquad S'_n = \int p R_n'^2 de.$$

Multiplions (18) par $pR_n de$ et l'intégrons; on trouve

$$\int p f R_n de = \sum_{k=1}^{n} A_k \int p R_n V_k de + S_n.$$

D'autre part, multipliant (18) par $V_k de$ et l'intégrant, on tire l'égalité

$$\int p R_n V_k de = 0,$$

ayant lieu pour toutes les valeurs de l'indice k à partir de $k = 1$ jusqu'à $k = n$.

On a donc

$$S_n = \int p f R_n de. \tag{20}$$

Multiplions maintenant (18) par $p\psi de$, (19) par $pf de$, intégrons et retranchons les résultats ainsi obtenus.

On trouve

$$\int p \psi R_n de = \int p f R_n' de. \tag{21}$$

Désignons, en général, par le symbole

$$\int_{e_s}$$

l'intégrale, étendue à l'élément e_s ($s = 1, 2, 3, \ldots, q$).

On peut écrire

$$\int p \psi R_n de = \sum \int_{e_k} p \psi R_n de + \sum \int_{e_i} p \psi R_n de,$$

d'où, en vertu de (16),

$$\int p\psi R_n de = \sum \int_{e_k} p(f+\eta) R_n de + \sum \int_{e_i} p\psi R_n de =$$

$$= \int pfR_n de + \sum \int_{e_k} p\eta R_n de + \sum \int_{e_i} p(\psi - f) R_n de,$$

puisque

$$\int pfR_n de = \sum \int_{e_k} pfR_n de + \sum \int_{e_i} pfR_n de.$$

De l'égalité précédente on tire, en tenant compte de (20) et (21),

$$S_n = \int pfR_n' de - \sum \int_{e_k} p\eta R_n de + \sum \int_{e_i} p(f-\psi) R_n de,$$

d'où

(22) $$S_n \leqq \left| \int pfR_n' de \right| + \left| \sum \int_{e_k} p\eta R_n de \right| + \left| \sum \int_{e_i} p(f-\psi) R_n de \right|.$$

Or

(23) $$\left| \int pfR_n' de \right| \leqq Q\sqrt{S_n'},$$

où

$$Q^2 = \int pf^2 de$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n.

D'autre part, en vertu de (17),

$$\left| \sum \int_{e_k} p\eta R_n de \right| < \varepsilon \sum \int_{e_k} p\,|R_n|\,de.$$

Or

$$\int_{e_k} p\,|R_n|\,de < \sqrt{\beta}\sqrt{e_k}\left(\int_{e_k} pR_n^2 de\right)^{\frac{1}{2}},$$

β désignant le maximum de p dans le domaine (D).

On a donc

(24) $$\left| \sum \int_{e_k} p\eta R_n de \right| < \varepsilon\sqrt{\beta} \sum \sqrt{e_k}\left(\int_{e_k} pR_n^2 de\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Appliquons l'inégalité générale (12) au cas de

$$a_k = \sqrt{e_k}, \qquad b_k = \Big(\int_{e_k} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}}.$$

On trouve

$$\sum \sqrt{e_k}\Big(\int_{e_k} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}} < \sqrt{\sum e_k}\Big(\sum \int_{e_k} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}}.$$

Or, il est évident que

$$\sum \int_{e_k} p R_n^2 de < \sum \int_{e_k} p R_n^2 de + \sum \int_{e_i} p R_n^2 de = S_n,$$

d'où (voir n° 3)

$$\sum \int_{e_k} p R_n^2 de < \int p f^2 de = Q^2.$$

D'autre part,

$$\sum e_k < D,$$

D désignant le volume du domaine (D).

Par conséquent,

$$\sum \sqrt{e_k}\Big(\int_{e_k} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}} < Q\sqrt{D}.$$

On trouve donc, eu égard à cette inégalité et (24),

(25)
$$\Big|\sum \int_{e_k} p \eta R_n de\Big| < \varepsilon Q \sqrt{\beta D}.$$

Considérons enfin le dernier membre de l'inégalité (22).

On a

(26)
$$\left\{\begin{aligned} \Big|\sum \int_{e_i} p (f-\psi) R_n de\Big| &\leq \sum \Big(\int_{e_i} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}} \Big(\int_{e_i} p (f-\psi)^2 de\Big)^{\frac{1}{2}} < \\ &< M \sum \sqrt{e_i}\Big(\int_{e_i} p R_n^2 de\Big)^{\frac{1}{2}}, \end{aligned}\right.$$

où M désigne la maximum de $|f-\varphi|\sqrt{p}$ dans le domaine (D).

Appliquons l'inégalité (12) au cas de

$$a_k = \sqrt{e_i}, \qquad b_k = \left(\int_{e_i} p R_n^2 de\right)^{\frac{1}{2}}.$$

On trouve, comme précédemment,

$$\sum \sqrt{e_i}\left(\int_{e_i} p R_n^2 de\right)^{\frac{1}{2}} < \sqrt{\sum e_i}\left(\sum \int_{e_i} p R_n^2 de\right)^{\frac{1}{2}} < Q\sqrt{\sum e_i},$$

d'où, en tenant compte de (15) et (26), on tire

$$\left|\sum \int_{e_i} p(f-\psi) R_n de\right| < MQ\sqrt{\varepsilon}.$$

Cette dernière inégalité et les inégalités (22), (23) et (25) donnent

$$S_n < Q(\sqrt{S_n'} + \varepsilon\sqrt{\beta D} + M\sqrt{\varepsilon}).$$

Or, d'après l'hypothèse faite, l'égalité (14) a lieu pour la fonction continue ψ. On peut donc trouver un nombre ν tel, qu'on ait pour $n \geqq \nu$

$$S_n' < \varepsilon.$$

En choisissant le nombre ν de la manière indiquée, on aura

$$S_n < \sqrt{\varepsilon} A \quad \text{pour} \quad n \geqq \nu,$$

où

$$A = Q(1 + M + \sqrt{\varepsilon\beta D})$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n.

On a donc nécessairement

(27) $$\lim_{n=\infty} S_n = 0,$$

c'est-à-dire

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p f V_k de,$$

quelle que soit la fonction f, *bornée* et *intégrable* dans le domaine (D).

7. La simple comparaison du théorème démontré avec celui du n° 5 nous conduit à la proposition suivante:

Si l'égalité de la forme

$$\int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \qquad B_k = \int p P V_n de, \tag{28}$$

P étant un polynome quelconque en x, y, z, a lieu pour une suite quelconque de fonctions V_k $(k = 1, 2, 3, \ldots.)$ *satisfaisant aux conditions*

$$\int p V_n V_m de = 0 \quad \text{pour } n \lesseqgtr m, \qquad \int p V_k^2 de = 1,$$

elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f, bornée et intégrable dans le domaine (D), c'est-à-dire on aura

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p f V_k de.$$

Or, nous avons montré que l'égalité (28) a lieu pour chacune des suites de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots.)$, énumérées dans le n° 1 [voir n° 2, l'égalité (5)].

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant:

Quelle que soit la fonction f, bornée et intégrable dans le domaine (D), on a toujours, pour toutes les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots.)$, *énumérées dans le n° 1, le développement suivant*

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p f V_k de, \tag{29}$$

comme si la série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k,$$

pouvant n'avoir aucun sens sous les suppositions générales, faites par rapport à la fonction f, était non seulement convergente mais encore uniformément convergente.

Je dois rappeler que ce théorème, dans les cas particuliers des fonctions trigonométriques et sphériques, a été démontré pour la première fois par M. Liapounoff en 1896—97, mais par une méthode tout-à-fait différente de celle que nous venons d'exposer.

La démonstration nouvelle du théorème de M. Liapounoff (pour les fonctions trigonométriques) a paru récemment dans le Mémoire de M. A. Hurwitz: «Sur quelques applications géométriques des séries de Fourier» (Annales de l'Ecole Normale, Septembre, 1902).

8. Il est utile de signaler encore un théorème plus général contenant comme un cas particulier le théorème du n° précédent.

Désignons par (D_0) un domaine quelconque, intérieur au domaine donné (D), et entendons par $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots.)$ une suite quelconque de fonctions du n° 1.

Soit f une fonction bornée et intégrable dans le domaine (D) tout entier, soit φ une autre fonction pouvant devenir infinie aux environs de certains points isolés du domaine (D_0), mais telle que les intégrales

$$\int_{D_0} p f \varphi\, de, \qquad \int_{D_0} p \varphi V_n\, de, \qquad \int_{D_0} p \varphi^2 de,$$

étendues au domaine (D_0), aient un sens bien déterminé.

Multiplions (18) par $p\varphi de$ et l'intégrons, en étendant l'intégration au domaine (D).

On trouve

$$\int_{D_0} p f \varphi\, de = \sum_{k=1}^{n} A_k B_k + \int_{D_0} p \varphi R_n\, de,$$

où l'on a posé

$$B_k = \int_{D_0} p \varphi V_k\, de. \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots.)$$

Or

$$\left| \int_{D_0} p \varphi R_n\, de \right| \leqq \left(\int_{D_0} p \varphi^2 de \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_{D_0} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < Q \sqrt{S_n},$$

où

$$Q^2 = \int_{D_0} p \varphi^2 de$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n.

L'inégalité précédente, ayant lieu quel que soit l'indice n, donne [en vertu de l'égalité (27) qui reste vraie pour toutes les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots.)$ du n° 1, d'après le théorème précédent]

$$\lim_{n=\infty} \int_{D_0} p \varphi R_n\, de = 0,$$

c'est-à-dire

$$\int_{D_0} p \varphi f\, de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k.$$

Cette égalité démontre le théorème suivant:

Soit f une fonction, bornée et intégrable dans le domaine (D), soit φ une autre fonction, pouvant devenir infinie aux environs de certains points isolés d'un domaine (D_0), intérieur à (D), mais telle que les intégrales

$$\int_{D_0} pf\varphi\, de, \qquad \int_{D_0} p\varphi V_k\, de, \qquad \int_{D_0} p\varphi^2\, de,$$

étendues au domaine (D_0), aient un sens bien déterminé.

Ces conditions étant remplies, on a toujours, pour toutes les fonctions $V_k (k=1, 2, 3, \ldots)$ du n° 1, le développement suivant

$$(30) \qquad \int_{D_0} pf\varphi\, de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k, \qquad A_k = \int pf V_k\, de, \qquad B_k = \int_{D_0} p\varphi V_k\, de.$$

En supposant que (D_0) coïncide avec (D) et que $\varphi = f$, on retrouve le théorème du n° précédent; en remplaçant f par ψ, φ par P nous obtiendrons l'égalité, établie au n° 4.

II.

9. Je me permets de rappeler que le théorème analogue à celui que je viens d'énoncer a été établi dans mes travaux antérieurs, cités plus haut (nn° 1 et 5), pour les fonctions de Tchébicheff, pour les fonctions fondamentales et pour les fonctions 10° du n° 1, mais sous la supposition particulière que la fonction f soit *continue* dans le domaine (D).

J'en ai déjà indiqué diverses applications de ce théorème à la solution de certaines questions de l'Analyse et de la Physique mathématique.

Moyennant le théorème, dont il s'agit, j'ai reussi à résoudre:

1° Le problème général de refroidissement d'un corps solide homogène;

2° Le problème de refroidissement d'une barre hétérogène;

3° Les problèmes de Dirichlet et de Neumann à l'aide des fonctions fondamentales;

4° Le problème de développement du potentiel superficiel en série procédant suivant les fonctions fondamentales;

5° Certains problèmes concernant l'attraction d'une couche superficielle dont j'indiquerai ici les suivants:

a) Les valeurs du potentiel V des masses attirantes, répandues sur une surface fermée (S), étant données sur (S); trouver les valeurs de V, ou de la composante suivant une

direction quelconque de la force d'attraction, en tous les autres points de l'espace, lorsque on sait seulement que la densité des masses agissantes reste finie sur (S).

$b)$ Les valeurs de V étant données sur (S); trouver la masse d'une portion arbitraire de la surface (S), ou la densité des masses attirantes, sous la seule supposition qu'elle soit finie sur (S).

Je rappelle sommairement ces résultats de mes recherches précédentes seulement pour faire comprendre la portée du théorème du n⁰ 8, et je me permets, à cause de cela, de ne pas reproduire l'Analyse, en renvoyant, pour la démonstration, à mes travaux, déjà cités.

Dans ce qui va suivre je ne vais considérer d'une manière détaillée que des applications nouvelles conduisant aux résultats nouveaux (ou plus généraux) qu'on ne peut pas trouver dans mes travaux antérieurs.

10. Considérons d'abord le problème du développement d'une fonction arbitraire en séries procédant suivant les fonctions V_k.

Supposons que la fonction positive p, de laquelle dépendent les fonctions V_k, ne s'annule pas dans le domaine (D).

Soit, comme précédemment, (D_0) un domaine quelconque, pris arbitrairement à l'intérieur du domaine D.

Désignons par D_0 le volume du domaine (D_0).

Ecrivons l'égalité (30) sous la forme suivante

$$\int_{D_0} p\varphi\left(f-\sum_{k=1}^{n} A_k V_k\right) de = \sum_{k=n+1}^{\infty} A_k B_k = r_n'$$

et posons $p\varphi = 1$; il viendra

$$K = \int_{D_0}\left(f-\sum_{k=1}^{n} A_k V_k\right) de = r_n,$$

r_n désignant la valeur de r'_n pour $p\varphi = 1$.

Quel que soit le domaine (D_0), on peut choisir le nombre $n = \nu$ de façon que l'on ait

$$(31) \qquad |K| < \varepsilon D_0,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance, ce qui résulte immédiatement du théorème du n⁰ précédent.

Supposons que f soit continue dans le domaine (D_0); la fonction

$$\psi = f - \sum_{k=1}^{\nu} A_k V_k$$

le sera aussi.

Désignons, en général, par $F(m)$ la valeur d'une fonction quelconque F au point m.

D'après le théorème de la moyenne, on peut trouver un point m, intérieur au domaine (D_0) [1]), tel qu'on ait

$$K = D_0\Big(f(m) - \sum_{k=1}^{\nu} A_k V_k(m)\Big).$$

On aura donc, en vertu de (31),

$$\left| f(m) - \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(m) \right| < \varepsilon,$$

ce qui démontre la proposition suivante:

Dans tout domaine (D_0), intérieur au domaine (D), il existe au moins un point m, où la série finie

$$\sum_{k=1}^{n} A_k V_k,$$

n étant un nombre entier convenablement choisi, représente la valeur de la fonction f en ce point avec l'approximation donnée à l'avance ε, si seulement f reste continue dans le domaine (D_0) et la fonction positive p, de laquelle dépendent les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$, ne s'annule pas dans le domaine (D).

11. Supposons maintenant que la fonction f reste continue et la série

(32) $$\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k$$

converge uniformément dans le domaine (D_0).

Soit m_1 un point, pris arbitrairement à l'intérieur de (D_0).

Décrivons du point m_1 comme centre une sphère (σ), en entier comprise à l'intérieur de (D_0); soit δ le rayon de (σ).

D'après l'hypothèse faite, la série (32) converge en tous les points de volume de la sphère (σ).

---

1) Remarquons que la position du point m dépend, en général, du choix du nombre n.

Le nombre positif ε étant donné à l'avance, on peut trouver un nombre δ, suffisamment petit, et un nombre ν', suffisamment grand, de façon que l'on ait pour chaque point m, intérieur à (σ)

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m) - \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m_1) \right| < \varepsilon,$$

$$\left| \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(m) - \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m) \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geqq \nu',$$

et

$$| f(m) - f(m_1) | < \varepsilon,$$

car f reste continue à l'intérieur de (σ).

D'autre part, le nombre ε étant donné, on peut, d'après le théorème précédent, trouver un nombre $\nu \geqq \nu'$ et un point m, intérieur à la sphère (σ), tels qu'on ait

$$\left| f(m) - \sum_{k=1}^{\nu} A_k V_k(m) \right| < \varepsilon.$$

De ces inégalités on tire aisément

$$\left| f(m_1) - \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(m_1) \right| < 5\varepsilon \quad \text{pour } n \geqq \nu'.$$

Le théorème suivant est donc démontré:

La série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \qquad A_k = \int p f V_k de$$

a f pour somme en tous les points d'un domaine (D_0), intérieur au domaine donné (D), si elle converge uniformément et la fonction f reste continue dans (D_0).

On peut appliquer ce théorème, qui me semble intéressant par lui-même, à la solution du problème de développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ du n° 1, comme je l'ai montré, pour la plupart des ces fonctions, dans mes travaux antérieurs, cités plus haut (nn° 1 et 5).

Mais à présent je puis déduire, dans certains cas, les résultats plus généraux d'une manière plus simple, sans m'appuyer sur le théorème que je viens d'énoncer.

J'indiquerai quelques uns d'entre eux dans les nn° 12 et 13.

12. Soient, par exemple, $V_k (k = 0, 1, 2, 3, \ldots)$ les polynomes de Jacobi correspondant à la fonction caractéristique

$$p = (1 + x)^{\alpha - 1} (1 - x)^{\beta - 1}, \tag{33}$$

$V_k^{(1)} (k = 0, 1, 2, \ldots)$ les polynomes correspondant à la fonction

$$p_1 = (1 + x)^{\alpha} (1 - x)^{\beta}, \tag{34}$$

α et β étant des nombres quelconques positifs.

Supposons que V_k et $V_k^{(1)}$ satisfont aux conditions

$$\int_{-1}^{+1} p V_k^2 dx = 1, \qquad \int_{-1}^{+1} p_1 (V_k^{(1)})^2 dx = 1.$$

On sait que V_k vérifient les équations

$$(1 - x^2) V_k'' + [\alpha - \beta - (\alpha + \beta) x] V_k' + \lambda_k V_k = 0 \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots) \tag{35}$$

et que

$$V_k' = \sqrt{\lambda_k}\, V_{k-1}^{(1)}, \qquad \lambda_k = k (\alpha + \beta + k - 1).\ ^{1)} \tag{36}$$

Soit maintenant f une fonction de x admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$.

Posons

$$f = A_0 V_0 + A_1 V_1 + \ldots + A_n V_n + R_n, \quad A_k = \int_{-1}^{+1} p f V_k dx. \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots) \tag{37}$$

On trouve, en différentiant,

$$f' = A_1 V_1' + A_2 V_2' + \ldots + A_n V_n' + R_n'. \tag{38}$$

Représentons l'expression de A_k, en tenant compte de (33), (34) et (35), sous la forme

$$A_k = -\frac{1}{\lambda_k} \int_{-1}^{+1} f p \left[(1 - x^2) V_k'' + [\alpha - \beta - (\alpha + \beta) x] V_k'\right] dx = -\frac{1}{\lambda_k} \int_{-1}^{+1} f \frac{d}{dx} (p_1 V_k') dx.$$

---

1) Voir K. Possé: «Sur quelques applications des fractions continues algébriques.» P. 48 etc. St. Pétersbourg, 1886.

W. Stekloff: «Sur le développement d'une fonction donnée en séries etc.» Journal für die reine und angew. Mathematik. Bd. 125, Heft 3, p. 219.

En intégrant par parties et en remarquant que p_1 s'annule pour $x = -1$ et pour $x = 1$, on tire, eu égard à (36),

$$A_k = \frac{1}{\lambda_k}\int_{-1}^{+1} p_1 f' V_k' \, dx = \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}}\int_{-1}^{+1} p_1 f' V_{k-1}^{(1)} \, dx = \frac{B_{k-1}}{\sqrt{\lambda_k}},$$

où l'on a posé

$$B_{k-1} = \int_{-1}^{+1} p_1 f' V_{k-1}^{(1)} \, dx.$$

Substituant cette expression de A_k ($k = 0, 1, 2, \ldots.$) dans (38), il viendra

$$f' = B_0 V_0^{(1)} + B_1 V_1^{(1)} + \ldots. + B_{n-1} V_{n-1}^{(1)} + R_n'.$$

Appliquons maintenant le théorème du n° 7 aux fonctions f et f'.

On peut, d'après ce théorème, trouver un nombre ν tel qu'on ait pour $n \geqq \nu$

(39) $$S_n = \int_{-1}^{+1} p R_n^2 \, dx < \varepsilon', \qquad S_n^{(1)} = \int_{-1}^{+1} p_1 (R_n')^2 \, dx < \varepsilon',$$

ε' étant un nombre positif, donné à l'avance.

Or, il est évident que

$$p_1 R_n(x) = \int_{-1}^{x} (p_1 R_n' + p\,[\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]\, R_n) \, dx.$$

De cette égalité on tire

$$p_1^2 R_n^2(x) \leqq 2\int_{-1}^{x} p_1 \, dx \cdot \int_{-1}^{x} p_1 (R_n')^2 \, dx + 2\int_{-1}^{x} p\,[\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]^2 \, dx \cdot \int_{-1}^{x} p R_n^2 \, dx$$

et, à fortiori,

$$p_1^2 R_n^2 < A S_n + B S_n^{(1)},$$

où

$$A = 2\int_{-1}^{+1} p_1 \, dx, \qquad B = 2\int_{-1}^{+1} p\,[\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]^2 \, dx$$

sont les nombres fixes ne dépendant pas de n.

La fonction p_1 admet, dans l'intervalle $(-1, +1)$, un maximum pour

$$x_0 = \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta},$$

elle croît, lorsque x croît de -1 à x_0, et décroît, lorsque x varie de x_0 à $+1$.

Soit (a_1, b_1) un intervalle quelconque, pris arbitrairement à l'intérieur de l'intervalle donné $(-1, +1)$.

Désignons par μ^2 la plus petite des quantités

$$(1 + a_1)^\alpha (1 - a_1)^\beta \quad \text{et} \quad (1 + b_1)^\alpha (1 - b_1)^\beta.$$

On aura, pour $n \overline{\overline{>}} \nu$ et pour toutes les valeurs de x, comprises dans l'intervalle (a_1, b_1),

$$|R_n| < \frac{1}{\mu} \sqrt{A S_n + B S_n^{(1)}},$$

d'où, en vertu de (39),

$$|R_n| < \sqrt{\varepsilon} \, \frac{\sqrt{A + B}}{\mu} = \varepsilon,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance.

Il en résulte, en vertu de (37),

$$\left| f - \sum_{k=1}^{n} A_k V_k \right| < \varepsilon$$

pour $n \overline{\overline{>}} \nu$ et pour toutes les valeurs de x, comprises dans l'intervalle (a_1, b_1).

Le théorème suivant est donc démontré:

Toute fonction continue f, admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$, se développe, dans tout intervalle intérieur à l'intervalle donné, en série uniformément *convergente procédant suivant les polynomes de* Jacobi [1]).

Remarquons aussi qu'on peut obtenir les résultats analogues en appliquant la méthode indiquée, légèrement modifiée en détails, aux fonctions V_k $(k = 0, 1, 2, \ldots)$, définies par une des conditions suivantes

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha (x + \beta)^2} V_k P_{k-1} \, dx = 0, \quad \text{ou} \quad \int_a^{\infty} (x - a)^\beta e^{-\alpha (x - a)} V_k P_{k-1} \, dx = 0,$$

---

1) Comp. G. Darboux: «Mémoire sur l'approximation des fonctions de très grands nombres et sur une classe étendue de développements en séries.» Journal de Liouville, 3 série, T. IV, 1878.

Otto Blumenthal: «Über die Entwickelung einer willkürlichen Function etc.» Göttingen, 1898.

P_{k-1} étant un polynome arbitraire de degré $\leqq k-1$, α, β et a étant des constantes données dont la première est positive, la seconde plus grande que -1.[1])

13. Considérons encore les fonctions 5° du n° 1 en supposant, pour plus de simplicité,

$$q = 0, \qquad h = H = \infty.$$

On aura

$$V_k'' + \lambda_k p V_k = 0 \quad \text{pour } a < x < b, \tag{40}$$

$$V_k(a) = 0, \qquad V_k(b) = 0. \tag{41}$$

$(k = 1, 2, 3, \ldots)$

Supposons que la fonction f, ayant la dérivée f' bornée et intégrable dans l'intervalle (a, b), s'annule pour $x = a$ et $x = b$.

Posons, comme précédemment,

$$f = A_1 V_1 + A_2 V_2 + \ldots + A_n V_n + R_n, \qquad A_k = \int_a^b p f V_k dx. \tag{42}$$

R_n est une fonction de x s'annulant pour $x = a$ et $x = b$.

L'égalité (42) donne

$$f' = A_1 V_1' + A_2 V_2' + \ldots + A_n V_n' + R_n',$$

d'où l'on tire

$$\int_a^b (R_n')^2 dx = \int_a^b f'^2 dx - \sum_{k=1}^n \lambda_k A_k^2 < \int_a^b f'^2 dx = Q^2, \tag{43}$$

car, en vertu de (40) et (41),

$$\int_a^b f' V_k' dx = f V_k' \Big|_a^b - \int_a^b f V_k'' dx = \lambda_k A_k,$$

$$\int_a^b V_k'^2 dx = \lambda_k \int_a^b p V_k^2 dx = \lambda_k,$$

$$\int_a^b V_m' V_n' dx = \lambda_n \int_a^b p V_m V_n dx = 0 \text{ [2])}, \qquad \text{si } m \gtrless n.$$

---

1) Les polynomes V_k, dont il s'agit, ont été signalés par Tchébicheff en 1859. Voir N. Sonin: «Sur le calcul approximatif des intégrales définies.» Varsovie, 1887 (en russe).

2) Rappelons que les fonctions V_k satisfont aux conditions

$$\int_a^b p V_m V_n dx = 0 \quad \text{si } m \gtrless n, \qquad \int_a^b p V_k^2 dx = 1.$$

Or, rappelant que R_n s'annule pour $x = a$, on trouve

$$R_n^2(x) = 2\int_a^x R_n R_n' \, dx,$$

d'où l'on tire, en tenant compte de (43),

$$R_n^2(x) < 2Q\left(\int_a^x R_n^2 \, dx\right)^{\frac{1}{2}} < 2Q\sqrt{s_n(x)}, \tag{44}$$

où l'on a posé

$$s_n(x) = \int_a^x R_n^2 \, dx.$$

Désignons maintenant par α le minimum de la fonction positive p ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b) [voir n° 1].

On trouve

$$s_n(x) < \frac{1}{\alpha}\int_a^x p R_n^2 \, dx < \frac{1}{\alpha}\int_a^b p R_n^2 \, dx = \frac{S_n}{\alpha}$$

et, eu égard à (44),

$$R_n^2(x) < \frac{2Q}{\sqrt{\alpha}}\sqrt{S_n}.$$

Appliquons le théorème du n° 7 au cas considéré.

On peut trouver, d'après ce théorème, un nombre ν tel qu'on ait pour $n \geqq \nu$

$$S_n < \varepsilon'^2,$$

ε' étant un nombre positif, donné à l'avance.

On aura, par conséquent, pour $n \geqq \nu$ et pour toutes les valeurs de x dans l'intervalle (a, b)

$$R_n^2(x) < \frac{2Q}{\sqrt{\alpha}}\varepsilon' = \varepsilon^2,$$

ε étant un nombre positif, si petit qu'on le veut.

Cette inégalité démontre le théorème suivant :

Toute fonction continue f, admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle donné (a, b) et s'annulant pour $x = a$ et $x = b$, se développe dans cet intervalle en série uniformément *convergente procédant suivant les fonctions V_k $(= 1, 2, 3, \ldots)$, définies par les équations (40) et (41).*

On pourrait appliquer la même méthode, convenablement modifiée, au cas de $h = H = 0$ ainsi que au cas général, où h et H sont des constantes quelconques positives et la fonction q est différente de zéro (fonctions 5° du n⁰ 1), mais nous nous contentons, pour abréger, des exemples indiqués et signalons, dans ce qui va suivre, quelques applications des théorèmes, qui nous intéressent, aux questions d'une autre espèce.

14. Soit $f(x, y, z)$ une fonction bornée et intégrable dans un domaine (D), limité par une surface fermée (S).

Désignons par $d\tau$ l'élément de volume de (D), par r la distance d'un point quelconque x, y, z au point ξ, η, ζ du domaine (D).

La fonction

$$U(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int \frac{f(\xi, \eta, \zeta)}{r} d\tau, \tag{45}$$

l'intégrale (par rapport à ξ, η, ζ) étant étendue au domaine (D) tout entier, représente le potentiel newtonien des masses attirantes à densité $\frac{1}{4\pi} f(\xi, \eta, \zeta)$, répandues dans le domaine (D).

Les propriétés de la fonction U dépendent de celles de f.

Faisant une seule supposition que f soit bornée à l'intérieur de (D) nous pouvons établir les propriétés suivantes de U:

1°. La fonction U ainsi que ses dérivées du premier ordre restent continues dans l'espace tout entier.

2°. Les dérivées du second ordre sont continues à l'extérieur de (S) et satisfont à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \Delta U = 0 \quad \text{à l'extérieur de } (S). \tag{46}$$

Soit m un point quelconque, intérieur à (D).

Traçons du point m, comme centre, une sphère (σ), en entier comprise à l'intérieur de (D); soit ρ le rayon de (σ).

Désignons par (D_0) le domaine, limité par la surface de la sphère (σ), par (D_1) la portion de (D) qui reste.

Désignons d'une manière générale par les symboles

$$\int_{D_0} F d\tau \quad \text{et} \quad \int_{D_1} F d\tau,$$

F étant une fonction quelconque de x, y, z, les intégrales dont la première s'étend au domaine (D_0), la seconde au domaine (D_1), et posons

$$U_0 = \frac{1}{4\pi} \int_{D_0} \frac{f}{r} d\tau, \qquad U_1 = \frac{1}{4\pi} \int_{D_1} \frac{f}{r} d\tau. \tag{47}$$

On aura

(48) $$U = U_0 + U_1.$$

Formons maintenant les fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \ldots$) de M. Korn (fonctions 11° du nº 1) pour le domaine (D_0), limité par la sphère (σ), en posant, pour plus de simplicité,

$$p = 1.$$

La formation de ces fonctions ne présente pas des grandes difficultés dans le cas considéré: elles s'expriment à l'aide des fonctions sphériques et des fonctions de Bessel, comme l'a déjà indiqué M. Korn[1]).

Elles satisfont aux conditions (voir nº 1)

(49) $$V_k = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int_{D_0} \frac{V_k}{r}\, d\tau, \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

jouissent les propriétés du potentiel newtonien et vérifient les équations

(50) $$\Delta V_k = 0 \text{ à l'extérieur de } (\sigma),$$

(51) $$\Delta V_k + \lambda_k V_k = 0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma).$$

Supposons maintenant qu'il existe les dérivées partielles du second ordre du potentiel U_0, bornées et intégrables dans le domaine (D_0).

Posons

$$v = \Delta U_0 + f$$

et appliquons le théorème du nº 7 à la fonction v.

On aura

(52) $$\int_{D_0} v^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \Big(\int_{D_0} v V_k\, d\tau\Big)^2.$$

Désignons d'une manière générale par

$$\int_{D'} F\, d\tau,$$

1) A. Korn: «Le problème mathématique des vibrations universelles.» Communications de la Société Mathématique de Kharkow, 1903, p. 32.

F étant une fonction quelconque de x, y, z, l'intégrale, étendue à tout l'espace, extérieur à (σ), par

$$\int\limits_{\sigma} F\,ds$$

l'intégrale, étendue à la surface de (σ).

Désignons par F_i la limite de F, lorsque le point x, y, z tend vers un point de (σ) en restant constamment à l'intérieur de (σ), par F_e la limite de F, lorsque ce point tend vers un point de (σ) en restant à l'extérieur de (σ).

Désignons enfin par n la direction de la normale extérieure à (σ), par

$$\frac{\partial F_i}{\partial n} \quad \text{et} \quad \frac{\partial F_e}{\partial n}$$

les limites, vers lesquelles tend l'expression

$$\frac{\partial F}{\partial x}\cos(n, x) + \frac{\partial F}{\partial y}\cos(n, y) + \frac{\partial F}{\partial z}\cos(n, z),$$

quand le point x, y, z tend vers un point de (σ) en restant à l'intérieur ou à l'extérieur de (σ).

Appliquons le théorème de Green aux fonctions U_0 et V_k.

On trouve

$$\int\limits_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = \int\limits_{D_0} U_0 \Delta V_k d\tau + \int\limits_{\sigma} \left(U_{0i}\frac{\partial V_{ki}}{\partial n} - V_{ki}\frac{\partial U_{0i}}{\partial n}\right) ds,$$

$$\int\limits_{D'} \Delta U_0 V_k d\tau = \int\limits_{D'} U_0 \Delta V_k d\tau + \int\limits_{\sigma} \left(V_{ke}\frac{\partial U_{0e}}{\partial u} - U_{0e}\frac{\partial V_{ke}}{\partial n}\right) ds.$$

Remarquant que la fonction U_0 satisfait à l'équation

$$\Delta U_0 = 0 \text{ à l'extérieur de } (\sigma),$$

on tire des égalités précédentes, eu égard à (50) et (51),

$$\int\limits_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = -\lambda_k \int\limits_{D_0} U_0 V_k d\tau.$$

D'autre part, multipliant la première des équations (47) par $V_k d\tau$ et l'intégrant, on trouve, en vertu de (49),

$$\int\limits_{D_0} U_0 V_k d\tau = \frac{1}{\lambda_k}\int\limits_{D_0} f V_k d\tau.$$

On a donc

(53) $$\int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = -\int_{D_0} f V_k d\tau .$$

Or,

$$\int_{D_0} v V_k d\tau = \int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau + \int_{D_0} f V_k d\tau .$$

Par conséquent, en vertu de (53),

$$\int_{D_0} v V_k d\tau = 0 , \qquad (k = 1,2,3,\ldots.)$$

et l'égalité (52) se réduit à

(54) $$\int_{D_0} v^2 d\tau = 0 .$$

Supposons maintenant que les dérivées du second ordre du potentiel U, défini par l'équation (45), restent continues aux environs du point m.

On peut toujours choisir un nombre ρ_0 de façon que ces dérivées soient continues en tous les points du domaine (D_0), limité par la sphère (σ_0) du rayon ρ_0.

Or, on a, en vertu de (46),

$$\Delta U_1 = 0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma_0),$$

car chaque point de (D_0) est un point extérieur au domaine (D_1).

On a donc, en tenant compte de (48),

$$\Delta U = \Delta U_0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma_0).$$

Donc, la fonction ΔU_0 reste continue à l'intérieur de (σ_0), car ΔU est continue d'après l'hypothèse faite.

Supposons encore que f soit continue dans (D_0); la fonction

$$v = \Delta U_0 + f$$

le sera aussi.

Dans ce cas, on aura, en vertu de (54),

$$v = \Delta U_0 + f = \Delta U + f = 0,$$

ce qui démontre le théorème suivant connu sous le nom du théorème de Poisson:

Si aux environs d'un point de domaine quelconque, rempli par des masses attirantes, la densité est continue et les dérivées partielles du second ordre du potentiel newtonien existent et sont aussi continues, on a, en ce point,

$$\Delta U + f = 0.$$

15. Considérons encore le problème suivant:

Les masses attirantes sont répandues dans un domaine donné (D); la densité ρ de ces masses reste inconnue, mais les valeurs du potentiel newtonien

$$U = \frac{1}{4\pi}\int \frac{\rho}{r}\,d\tau \tag{55}$$

sont données en tous les points du domaine (D); trouver la valeur de l'intégrale

$$\int_{D_0} \rho\varphi\,d\tau,$$

étendue au domaine quelconque (D_0), pris arbitrairement à l'intérieur du domaine (D), φ étant une fonction donnée.

Faisons une seule supposition par rapport à la fonction inconnue ρ qu'elle soit bornée à l'intérieur de (D).

Prenons de nouveau la suite de fonctions V_k $(k = 1, 2, 3, \ldots.)$ de M. Korn correspondant au domaine (D) et à la fonction $p = 1$ (fonctions 1 1° du n° 1), et appliquons le théorème du n° 8 aux fonctions ρ et φ.

On trouve

$$\int_{D_0} \rho\varphi\,d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k,$$

$$A_k = \int \rho V_k\,d\tau, \qquad B_k = \int_{D_0} \varphi V_k\,d\tau. \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots.)$$

Les constantes B_k étant connues, il ne reste qu'à calculer les constantes A_k pour résoudre le problème proposé.

Pour cela multiplions (55) par $V_k\,d\tau$ et l'intégrons.

On trouve

$$A_k = \lambda_k \int U V_k\,d\tau,$$

puisque, dans le cas considéré (voir n° 1),

$$V_k = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int \frac{V_k}{r} d\tau.$$

Par conséquent,

$$(56) \qquad \int_{D_0} \rho \varphi d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int U V_k d\tau \cdot \int_{D_0} \varphi V_k d\tau,$$

ce qui résout le problème proposé.

16. Posons, en particulier,

$$\varphi = 1,$$

désignons par D_0 le volume du domaine (D_0), par σ la densité moyenne de celui-ci.

De l'égalité (56) on tire

$$\sigma = \frac{1}{D_0} \int_{D_0} \rho d\tau = \frac{1}{D_0} \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int U V_k d\tau \int_{D_0} V_k d\tau,$$

ce qui nous donne la solution du problème suivant:

Le potentiel newtonien des masses, répandues dans le domaine (D), étant donné; trouver la densité moyenne d'une portion quelconque (D_0) du corps attirant.

Supposons que la densité inconnue ρ reste *continue* dans le domaine (D). Soit m un point quelconque, intérieur à (D).

Décrivons autour du point m, comme centre, une sphère (σ) du rayon assez petit δ.

Prenons pour (D_0) le volume, limité par (σ).

On a

$$\rho = \lim_{\delta=0} \frac{\int_{D_0} \rho d\tau}{D_0}, \qquad D_0 = \frac{4}{3} \pi \delta^3.$$

Soit ε un nombre positif, donné à l'avance.

On aura, en choisissant convenablement le nombre δ,

$$\left| \rho - \frac{\int_{D_0} \rho d\tau}{D_0} \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

D'autre part, le nombre δ étant fixé de la manière indiquée, on peut, d'après le théorème du n° 8, choisir le nombre n de façon que l'on ait

$$\left| \frac{1}{D_0} \int\limits_{D_0} \rho\, d\tau - \frac{1}{D_0} \sum_{k=1}^{n} \lambda_k \int U V_k\, d\tau \int\limits_{D_0} V_k\, d\tau \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

On aura donc

$$\left| \rho - \frac{3}{4\pi\delta^3} \sum_{k=1}^{n} \lambda_k \int U V_k\, d\tau \cdot \int\limits_{D_0} V_k\, d\tau \right| < \varepsilon,$$

ce qui nous donne *la solution approchée du problème inverse d'Attraction* (converse problem of Attraction) dans le cas, où nous ne pouvons pas employer la formule de Poisson, car nous supposons seulement que la densité cherchée reste continue à l'intérieur de (D).

Si nous posons dans (56)

$$\varphi = x, \quad \text{ou } y, \quad \text{ou } z,$$

nous obtiendrons les équations qui nous permettent de déterminer les coordonnées du centre de gravité d'une portion arbitraire du corps donné (D), lorsque on sait le potentiel de celui-ci.

Si nous prenons pour φ le carré de la distance des points du domaine (D_0) à un axe donné, nous obtiendrons de (56) une formule pour calculer le moment d'inertie du portion (D_0) du corps donné (D) par rapport à cet axe, sous la seule supposition que la densité inconnue du corps, dont le potentiel est donné, reste finie.

17. Faisons enfin une remarque sur un problème de Mécanique, étudié par M. Liapounoff dans son Ouvrage connu: «Sur la stabilité des figures ellipsoïdales d'équilibre d'une masse fluide, animée d'un mouvement de rotation» (St. Pétersbourg, 1884, en russe).

Considérons, pour fixer l'idée, le cas le plus simple d'une sphère de rayon R.

Le problème de stabilité de cette forme d'équilibre se ramène à la détermination du signe de l'expression

$$\frac{4\pi R}{3} \int \delta n^2\, ds - \iint \frac{\delta n\, \delta n'\, ds\, ds'}{r}, \tag{57}$$

les intégrales étant étendues à la surface de la sphère (σ), δn désignant le déplacement normal d'un point quelconque de (σ), r la distance de deux points de la sphère (σ).

M. Liapounoff démontre la stabilité d'une sphère fluide, en représentant les intégrales de l'expression (57) sous la forme des séries

$$\int \delta n^2\, ds = \sum_{k=2}^{\infty} \int Y_k^2\, ds, \tag{58}$$

$$\iint \frac{\delta n\, \delta n'\, ds\, ds'}{r} = 4\pi R \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{2k+1} \int Y_k^2\, ds, \tag{59}$$

où Y_k $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ sont les fonctions sphériques (des coordonnées sphériques ϑ et ψ) de l'ordre k, qui figurent dans le développement

$$\delta n = \sum_{k=0}^{\infty} Y_k(\vartheta, \psi).$$

Il pourrait sembler que cette méthode dépend de la possibilité du développement de la fonction δn en série procédant suivant les fonctions sphériques et qu'elle impose sur la fonction δn quelques conditions restrictives qui ne découlent pas de la nature du problème.

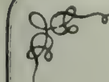
Les théorèmes des n°s 7 et 8, appliqués au cas des fonctions sphériques, et se réduisant dans ce cas particulier aux théorèmes, établis par M. Liapounoff en 1897, montrent que les équations (58) et (59) ont lieu toujours, quelle que soit la fonction δn, *bornée* et *intégrable* sur (σ), et que la méthode considérée est exacte dans toute sa généralité.

La même remarque s'applique au problème de stabilité des figures ellipsoïdales d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, étudié par M. Liapounoff par la même méthode dans les chap. III—V de son Ouvrage, cité plus haut.

Il faut seulement remplacer les fonctions sphériques par certains produits de fonctions de Lamé et appliquer, comme précédemment, le théorème du n^0 8 pour s'assurer, que la méthode de M. Liapounoff est tout-à-fait générale.

18. On peut indiquer d'autres applications du théorème, dont il s'agit, au calcul intégral ainsi qu'à la Géométrie pure; il suffit, à cet égard, de se reporter, par exemple, au récent Mémoire de M. A. Hurwitz: «Sur quelques applications géométriques des séries de Fourier» (Annales de l'École Normale, T. XIX, 1902) pour y trouver quelques exemples intéressants. Mais je n'insiste pas sur ce sujet et je me permets de terminer mes recherches, en espérant que les exemples indiqués plus haut, bien qu'ils ne soient pas assez nombreux, sont néanmoins suffisants pour faire comprendre, jusqu'à un certain point, la portée du théorème, établi au n^0 8.





ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 8. **Volume XV. № 8.**

ОТЧЕТЪ

ПО

НИКОЛАЕВСКОЙ

ГЛАВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРІИ

ЗА 1902 г.,

ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ

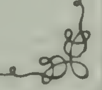
М. Рыкачевымъ,

Директоромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Съ 2 планами.

(*Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 17 сентября 1903 года*).





С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у коммиссіонеровъ ИМПЕРАТОРСКОЙ Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и **Комп.** и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. 40 к. — Prix: 6 Mrk.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 8. **Volume XV. № 8.**

ОТЧЕТЪ

ПО

НИКОЛАЕВСКОЙ

ГЛАВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРІИ

ЗА 1902 Г.,

ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ

М. Рыкачевымъ,

Директоромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Съ 2 планами.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 17 сентября 1903 года).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и **Комп.** и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Ogloblinе à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. 40 к. — Prix: 6 Mrk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Мартъ 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Ѳ. Дубровинъ.*

Типографія Императорской Академіи Наукъ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

23 августа (5 сентября н. с.) 1902 скончался, въ Цюрихѣ, бывшій директоръ Главной Физической Обсерваторіи, почетный Академикъ Императорской Академіи Наукъ Генрихъ Ивановичъ Вильдъ. Покойный 27 лѣтъ управлялъ Обсерваторіею. Онъ преобразовалъ и объединилъ всю систему метеорологическихъ наблюденій въ Россіи и создалъ образцовую Магнитную Обсерваторію въ Павловскѣ, занявшую первенствующее мѣсто въ ряду сродственныхъ учрежденій всего свѣта. — Направленіе имъ данное дѣятельности нашего учрежденія, одобренное Императорскою Академіею Наукъ, сохраняется и по нынѣ. И послѣ выхода въ отставку, по разстроенному здоровью, Генрихъ Ивановичъ живо интересовался дѣятельностью нашихъ обсерваторій; принималъ горячее участіе во всемъ, что печалило или радовало насъ, переписывался какъ съ теперешнимъ директоромъ (его бывшимъ помощникомъ) такъ и съ другими своими бывшими сослуживцами, остававшимися въ Обсерваторіи. — Его опытностью и совѣтами мы пользовались во многихъ случаяхъ. Короче, связь его съ его любимымъ учрежденіемъ, которому онъ посвятилъ всецѣло лучшіе годы своей жизни, сохранялась до самой его кончины. Поэтому мы съ величайшимъ прискорбіемъ, приступая къ отчету, на первомъ планѣ должны отмѣтить эту невознаградимую тяжкую утрату Обсерваторіи. — Болѣе подробный некрологъ о покойномъ былъ прочитанъ мною въ Общемъ Собраніи Императорской Академіи Наукъ, 7 сентября 1902 г. Къ протоколу этого собранія приложенъ и списокъ трудовъ Г. И. Вильда, свидѣтельствующій о необычайно энергичной и плодотворной дѣятельности покойнаго.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ВВЕДЕНІЕ.

Отчетный годъ ознаменовался въ жизни Николаевской Главной Физической и подвѣдомственныхъ ей Обсерваторій дальнѣйшимъ развитіемъ ихъ дѣятельности и несчастіемъ, постигшимъ Тифлисскую Обсерваторію, въ которой сгорѣла часть зданій и повреждены пожаромъ многіе инструменты. Учреждено змѣйковое отдѣленіе при Константиновской Обсерваторіи; ассигнованы средства на изданіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Обсерваторіи. Переданы въ вѣдѣніе Иркутской Обсерваторіи Прибайкальскіе маяки, на которыхъ устроены наши постоянныя метеорологическія станціи, учрежденныя на средства Комитета Сибирской желѣзной дороги.

Въ прошлогоднемъ отчетѣ и въ докладахъ моихъ Императорской Академіи Наукъ я уже имѣлъ случай указывать на важное значеніе изслѣдованій разныхъ слоевъ атмосферы; можно безъ преувеличенія сказать, что въ современной метеорологіи эти изслѣдованія выступаютъ на первый планъ. Отъ нихъ мы ждемъ рѣшенія вопросовъ объ истинномъ строеніи атмосферы и о законахъ, управляющихъ ея циркуляціею какъ въ общемъ цѣломъ, такъ и въ частныхъ случаяхъ въ циклонахъ и антициклонахъ.

Поэтому особенно отрадно упомянуть, что въ отчетномъ году этому дѣлу положено у насъ прочное основаніе. Въ предшествующіе годы наше участіе въ этихъ изслѣдованіяхъ было возможно, лишь благодаря готовности личнаго состава работать во внѣслужебное время; праздники, вечера, иногда и ночи жертвовались на пользу важнаго международнаго научнаго предпріятія. Обсерваторія изъ своихъ слишкомъ ограниченныхъ средствъ должна была покрывать расходы на шары зонды, на поѣздки за ними, на награды лицамъ, нашедшимъ шары, на змѣи, приборы и проч. Конечно, такое ненормальное положеніе могло длиться лишь короткое время; тѣмъ болѣе, что отъ насъ ждали не только производства на-

блюденій, но и руководительства для распространенія такихъ наблюденій по всей Имперіи. Я докладывалъ Академіи, что для наилучшей постановки дѣла слѣдовало бы устроить особую Динамическую Обсерваторію; но для этого потребовались бы средства до 80000 руб. единовременно и до 30000 руб. ежегодно. Не разсчитывая получить столь значительныя средства, я ограничился ходатайствомъ объ учрежденіи Отдѣленія при Константиновской Обсерваторіи, на что требовалось 18000 руб. единовременно и 12295 руб. ежегодно. Но и этотъ, крайне умѣренный для столь важнаго дѣла ежегодный кредитъ, испрашивавшійся Академіею, встрѣтилъ возраженіе въ Министерствѣ Финансовъ; во избѣжаніе дальнѣйшей задержки, пришлось согласиться на внесеніе въ Государственный Совѣтъ представленія въ еще болѣе ограниченномъ размѣрѣ. 4 апрѣля 1902 г. Высочайше утвержденнымъ мнѣніемъ Государственнаго Совѣта личный составъ Константиновской Обсерваторіи для означенной цѣли усиленъ однимъ старшимъ наблюдателемъ, однимъ адъюнктомъ и однимъ механикомъ.

На ежегодные расходы по содержанію Отдѣленія, включая и личный составъ, назначено 7800 руб. Единовременный кредитъ на устройство Отдѣленія разрѣшенъ въ размѣрѣ 18000 р., согласно первоначальному моему ходатайству. Благодаря этой новой Монаршей милости, мы могли уже въ отчетномъ году построить на арендованномъ у крестьянъ деревни Глинки участкѣ земли въ 2 десятины небольшой домикъ, въ которомъ помѣщены мастерская и квартиры механика и двухъ сторожей, сарай для змѣевъ и дровъ и колодезь. На зиму означенныя лица могли уже помѣститься здѣсь; остальную часть работъ, окончательную отдѣлку построекъ, устройство ледника, постройку электрической лебедки, павильона для нея, динамо-машины и керосиноваго двигателя, а также газодобывателя пришлось отложить до слѣдующаго года. Для приданія большей самостоятельности новому дѣлу, я выдѣлилъ персоналъ и средства, на него отпущенныя, въ особое отдѣленіе, работающее подъ моимъ руководствомъ; завѣдующимъ назначенъ В. В. Кузнецовъ.

Ниже изъ подробнаго отчета по этому отдѣленію видно, что, несмотря на очень скромныя средства, оно дѣйствовало энергично и теперь уже, относительно наблюденій, добываемыхъ помощью змѣевъ, заняло весьма почетное мѣсто въ ряду сходственныхъ заграничныхъ учрежденій; шары зонды также запускаются нами не менѣе успѣшно, чѣмъ въ Западной Европѣ; лишь поднятіе наблюдателей на воздушныхъ шарахъ не могло совершаться такъ часто, какъ это желательно, отчасти по недостатку средствъ, отчасти вслѣдствіе того, что у насъ нѣтъ приспособленій для такихъ поднятій, и они возможны лишь при содѣйствіи Учебнаго Воздухоплавательнаго Парка, занятаго своими задачами. Еще важнѣе роль отдѣленія, какъ распространителя змѣйковыхъ станцій въ Россіи. При его содѣйствіи наблюденія эти прививаются успѣшно. Подъ руководствомъ В. В. Кузнецова изготовляются цѣлыя серіи змѣевъ и приборовъ его системы, какъ для воздухоплавательныхъ парковъ, такъ и для частныхъ охотниковъ. Офицеры военнаго и морского вѣдомства и частныя лица знакомятся въ отдѣленіи Константиновской Обсерваторіи съ этимъ новымъ дѣломъ. Къ отчету приложены общій планъ взаимнаго расположенія участковъ прежняго обсерваторскаго

и новаго арендуемаго, а также столбовъ, съ которыхъ наблюдаютъ облака и положеніе шаровъ и змѣевъ.

Въ Иркутской Обсерваторіи стоитъ на очереди вопросъ о замѣнѣ ежечасныхъ магнитныхъ наблюденій самопишущими приборами. Пріобрѣтенный на сбереженныя средства магнитографъ былъ жюстированъ, но опытъ приведенія въ дѣйствіе прибора безъ электрическаго освѣщенія пока не удался. Отсутствіе средствъ, не испрошенныхъ пока на этотъ предметъ, принуждаетъ отложить доведеніе дѣла до конца.

Передача Байкальскихъ маяковъ въ вѣдѣніе Иркутской Обсерваторіи вызвана въ цѣляхъ соблюденія экономіи; завѣдываніе этимъ большимъ, постороннимъ намъ дѣломъ, хотя и представляетъ нѣкоторыя удобства по отношенію къ организаціи и дѣятельности метеорологическихъ станцій, устроенныхъ при маякахъ, ложится, однако, въ связи съ прибавленными намъ недавно сейсмическими наблюденіями, тяжелымъ бременемъ на Иркутскую Обсерваторію и, въ особенности, на ея Директора, какъ это видно изъ его отчета.

Сейсмическія наблюденія, какъ видно изъ того же отчета, приняли широкое развитіе какъ по отношенію къ разнообразнымъ приборамъ въ самой Иркутской Обсерваторіи, такъ и относительно развитія сѣти станцій въ ея районѣ. Такое широкое развитіе дѣятельности Иркутской Обсерваторіи было возможно, лишь благодаря чрезмѣрнымъ усиліямъ Директора и его помощника. Продолженіе дѣятельности Обсерваторіи въ такихъ широкихъ размѣрахъ, а тѣмъ болѣе дальнѣйшее развитіе этой дѣятельности, впрочемъ, весьма желательное, возможно будетъ безъ ущерба работамъ, составляющимъ главную задачу учрежденія, лишь при условіи соотвѣтственнаго увеличенія силъ и средствъ Обсерваторіи.

Тифлисскую Обсерваторію въ отчетномъ году, какъ упомянуто, постигло бѣдствіе пожара, нарушившаго отчасти правильную ея дѣятельность. Въ ночь съ 1 на 2 сентября сгорѣли обѣ деревянныя пристройки, лѣсница, часть башни, крыша помѣщенія магнитографа, пострадалъ архивъ. Значительная часть магнитныхъ и метеорологическихъ инструментовъ приведены въ негодность, а тѣ, которые удалось въ цѣлости спасти, все же требовали громаднаго труда для новой установки и приведенія въ дѣйствіе; непоправимою оказалась потеря всѣхъ анемометровъ, установленныхъ на башнѣ и сгорѣвшихъ. До высылки новыхъ анемометровъ изъ Главной Обсерваторіи и установки ихъ на исправленной башнѣ мы не имѣли въ Тифлисѣ записей направленія и силы вѣтра.

Немедленная заимообразная денежная помощь, оказанная Главноначальствующимъ, княземъ С. Г. Голицынымъ, дала возможность наскоро поправить наиболѣе неотложныя поврежденія; еще болѣе цѣнно его сердечное участіе, ободрившее директора Обсерваторіи въ тяжелыя минуты. Благодаря энергіи С. В. Гласека и всѣхъ служащихъ Обсерваторіи, работавшихъ съ утра до поздней ночи для приведенія всего возможно скорѣе въ исправный видъ, потери въ наблюденіяхъ были по возможности избѣгнуты, за исключеніемъ упомянутыхъ записей анемографа.

Всѣ матеріальные убытки, причиненные пожаромъ, исчислены въ 10700 рублей.

Императорская Академія Наукъ, по моему представленію, возбудила ходатайство

объ ассигнованіи средствъ на возстановленіе всѣхъ частей зданія въ прежнемъ видѣ и на исправленіе всѣхъ поврежденій.

Съ другой стороны, отчетный годъ ознаменовался для Тифлисской Обсерваторіи событіемъ, благопріятнымъ для развитія ея дѣятельности. Высочайше утвержденнымъ мнѣніемъ Государственнаго Совѣта, для цѣлей изданія мѣстнаго Ежемѣсячнаго Бюллетеня, учреждены новыя должности одного старшаго и одного младшаго наблюдателя и назначенъ кредитъ на прочіе расходы по изданію 1200 рублей ежегодно. Такимъ образомъ продолженіе этого изданія, столь важнаго для науки и для мѣстныхъ практическихъ требованій, предпринятое на частныя, случайныя средства, теперь обезпечено. Въ Бюллетенѣ за каждый мѣсяцъ помѣщаются таблицы температуръ за декады для 60 станцій, таблицы ежемѣсячныхъ среднихъ величинъ атмосфернаго давленія, влажности, вѣтра и облачности свыше 40 станцій и ежедневныя количества осадковъ для 150 станцій. На основаніи этихъ таблицъ и другихъ собранныхъ Обсерваторіею свѣдѣній, составляется ежемѣсячный обзоръ погоды, въ который входятъ всѣ главнѣйшіе метеорологическіе элементы, а также и особыя явленія, какъ-то засухи, ливни, градъ, состояніе снѣжнаго покрова, заморозки, вскрытіе и замерзаніе рѣкъ и проч.; состояніе сельскохозяйственныхъ растеній, фенологическія явленія, гусеницы, грибныя болѣзни и другія вредныя для растительности явленія; наконецъ, сообщаются свѣдѣнія о землетрясеніяхъ.

Къ бюллетеню прилагается карта распредѣленія атмосфернаго давленія и осадковъ. Время отъ времени помѣщаются и отдѣльныя статьи.

Вопросы по приведенію въ дѣйствіе магнитныхъ самопишущихъ приборовъ и по введенію сейсмическихъ наблюденій въ Тифлисской Обсерваторіи, благодаря отпущеннымъ средствамъ и энергіи Директора и его помощника, рѣшены успѣшно. Но здѣсь стоитъ на очереди вопросъ о перенесеніи магнитной части за городъ, вслѣдствіе предстоящаго нарушенія правильнаго дѣйствія магнитометровъ и магнитографа электрическимъ трамваемъ, проводимымъ вблизи Обсерваторіи.

Назначенная Императорскою Академіею Наукъ Комиссія подробно разсмотрѣла и представила на усмотрѣніе Академіи проектъ устройства магнитнаго отдѣленія въ Мцхетѣ. На ходатайство Академіи, возбужденное по этому поводу, еще не послѣдовало отвѣта.

Позволяю себѣ обратить вниманіе Академіи на постоянное расширеніе дѣятельности нашихъ Обсерваторій по отношенію къ участію въ международныхъ наблюденіяхъ. Помимо упомянутыхъ сейсмическихъ наблюденій, наши Обсерваторіи принимаютъ участіе въ наблюденіяхъ надъ облаками и другими атмосферными явленіями въ дни международныхъ поднятій шаровъ, а также производятъ спеціальныя магнитныя наблюденія въ условленные дни въ связи съ наблюденіями Германской антарктической экспедиціи; наконецъ, по ходатайству Англійской антарктической экспедиціи прибавлены еще дополнительныя магнитныя наблюденія 2 раза въ мѣсяцъ, требовавшія дежурствъ не только дневныхъ, но и ночныхъ. Наконецъ, по предложенію Биркеланда, снарядившаго 4 экспедиціи въ сѣверныя полярныя страны, съ декабря отчетнаго года начаты магнитныя наблюденія въ опредѣлен-

ные 7 дней въ мѣсяцѣ, въ продолженіе двухъ опредѣленныхъ часовъ, помощью прибора съ увеличенною скоростью вращенія. Большое число этихъ международныхъ и другихъ новыхъ наблюденій, вызываемыхъ движеніемъ науки впередъ, вызываютъ чрезвычайное напряженіе дѣятельности личнаго состава и расходы, часто ставящіе Обсерваторію въ крайне затруднительное положеніе.

Считаю необходимымъ обратить вниманіе на недостатокъ нашего личнаго состава, вслѣдствіе чего недостатокъ средствъ на вознагражденіе лицъ, работающихъ по вольному найму, приходится покрывать изъ средствъ, ассигнованныхъ на ученыя потребности, на содержаніе станцій и отчасти на спеціальныя средства, получаемыя за провѣрку инструментовъ, слѣдовательно, въ ущербъ научнымъ изслѣдованіямъ и весьма желательному расширенію дѣла провѣрки инструментовъ. Затѣмъ ощутителенъ недостатокъ средствъ, отпускаемыхъ на инспекцію болѣе 2000 станцій. Недостатокъ этотъ лишаетъ возможности осматривать станціи такъ часто, какъ это было бы необходимо для правильной постановки всей нашей сѣти. Само собою разумѣется, что всѣ усилія мои должны быть направлены къ тому, чтобы путемъ возможной экономіи и при теперешнихъ средствахъ не задерживать естественное развитіе дѣятельности Обсерваторіи; но для крайне необходимаго болѣе частаго осмотра станцій и для успѣха научной разработки накопившагося матеріала все же предвидится необходимость новыхъ ассигнованій.

I. Канцелярія и административная часть.

Канцеляріею Николаевской Главной Физической Обсерваторіи завѣдывалъ, какъ и въ прошломъ году, Ученый Секретарь Е. А. Гейнцъ, который въ отчетномъ году находился въ теченіе 2 мѣсяцевъ, съ 4 іюня, въ командировкѣ за границей.

На вакантную должность столоначальника былъ избранъ окончившій физико-математическій факультетъ по математическому отдѣленію С.-Петербургскаго Университета съ дипломомъ I разряда М. Н. Городенскій, занявшій эту должность 1 февраля отчетнаго года, а утвержденный въ ней на государственной службѣ 1 апрѣля. До того г. Городенскій съ 1 мая 1901 года занимался въ Обсерваторіи подъ руководствомъ Э. В. Штеллинга обработкою Шпицбергенскихъ наблюденій. Въ отсутствіе Ученаго Секретаря во время его командировки М. Н. Городенскій завѣдывалъ Канцеляріею.

Обязанности журналиста попрежнему исполнялъ И. А. Тахвановъ, который, особенно въ началѣ года, занимался также цѣлымъ рядомъ другихъ работъ, вызванныхъ неполнымъ личнымъ составомъ Канцеляріи.

Другіе лица, служащіе въ Канцеляріи, въ отчетномъ году исполняли тѣ же обязан-

ности, какъ и въ прошломъ году: Н. А. Подгорновъ занимался отправкою корреспонденціи и посылокъ на почту, В. С. Савельевъ велъ журналъ исходящихъ бумагъ и слѣдилъ за подшивкою въ дѣла корреспонденціи, а гг. Шадуйкисъ и Михѣевъ занимались почти исключительно перепискою.

Однако, помимо своихъ прямыхъ обязанностей, всѣ служащіе въ Канцеляріи исполняли различныя другія работы, вслѣдствіе спѣшности нѣкоторыхъ дѣлъ, а также по поводу вновь возникавшихъ вопросовъ, въ связи съ распространяющейся съ каждымъ годомъ дѣятельностью Обсерваторіи. Обсерваторія постоянно вступаетъ въ сношенія съ новыми учрежденіями и лицами, возникаютъ новыя потребности, вырабатываются новые проекты, назначаются комиссіи для разсмотрѣнія новыхъ запросовъ практики и т. д. Все это въ значительной степени ложится на Канцелярію, обычная текущая работа которой независимо отъ этого все увеличивается, благодаря естественному росту сѣти и вообще метеорологической службы въ Россіи. Вся переписка по административной части, а также по всѣмъ вопросамъ общаго характера ведется Канцеляріею.

При Канцеляріи состояли, какъ и раньше, два служителя для упаковки посылокъ, нашивки адресовъ и вообще для исполненія всѣхъ порученій по Канцеляріи. Складъ изданій Обсерваторіи состоялъ попрежнему въ вѣдѣніи Канцеляріи.

Въ отчетномъ году въ Канцелярію поступило 37060 входящихъ пакетовъ, посылокъ, бюллетеней и газетъ, въ томъ числѣ 4965 оффиціальныхъ отношеній, отправлено же было 116130 исходящихъ пакетовъ, посылокъ и бюллетеней, въ томъ числѣ 6225 оффиціальныхъ.

Въ число исходящей корреспонденціи включены 206 экземпляровъ ежедневнаго бюллетеня, 112 экземпляровъ еженедѣльнаго бюллетеня и 528 экземпляровъ ежемѣсячнаго бюллетеня, разсылавшіеся внутри Имперіи и за границу (изъ нихъ 46 экземпляровъ ежедневнаго и 29 экземпляровъ ежемѣсячнаго бюллетеней разсылались по подпискѣ). Разныя правительственныя учрежденія, ученыя общества и метеорологическія станціи получали бюллетени безплатно. Входящая и исходящая корреспонденція Отдѣленія станцій III разряда включена въ вышеприведенныя общія числа, но туда не вошли метеорологическія депеши, получаемыя и отправляемыя непосредственно Отдѣленіемъ по изданію ежедневнаго бюллетеня.

Канцеляріею записано было 1351 корректурный листъ и сдѣлано 560 заказовъ у разныхъ поставщиковъ.

Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ, помимо своихъ прямыхъ обязанностей, принималъ въ отчетномъ году участіе во многихъ другихъ работахъ.

Прежде всего укажемъ на многочисленныя справки и личныя объясненія постороннимъ лицамъ и пріѣзжающимъ въ Петербургъ наблюдателямъ по различнаго рода вопросамъ какъ научнаго, такъ и административнаго характера. Ученому Секретарю, наравнѣ съ завѣдывающими другихъ отдѣленій, приходилось посвящать много времени и труда на такого рода личные переговоры. Далѣе на обязанности Ученаго Секретаря лежатъ довольно

частые разъѣзды по городу для различныхъ справокъ и переговоровъ съ правительственными учрежденіями и лицами.

При всѣхъ совѣщаніяхъ въ Обсерваторіи по поводу новыхъ вопросовъ Ученый Секретарь всегда принималъ въ нихъ дѣятельное участіе.

Въ отчетномъ году заканчивала свои труды упомянутая въ прошлогоднемъ отчетѣ комиссія объ организаціи наблюденій надъ интенсивностью и продолжительностью осадковъ; секретаремъ этой комиссіи попрежнему состоялъ, совмѣстно съ г. Бергомъ, г. Гейнцъ.

Далѣе онъ исполнялъ обязанности дѣлопроизводителя въ Строительной Комиссіи по постройкѣ магнитнаго павильона при Константиновской Обсерваторіи въ г. Павловскѣ.

Наконецъ, въ качествѣ представителя Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ принималъ участіе въ декабрѣ истекшаго года въ трудахъ второго Съѣзда дѣятелей по сельскохозяйственнымъ опытнымъ учрежденіямъ.

Съ моего согласія г. Гейнцъ и въ отчетномъ году продолжалъ исполнять обязанности секретаря «Бюро по международной библіографіи при Императорской Академіи Наукъ», подъ предсѣдательствомъ академика А. С. Фаминцына.

Г. Р. Пернъ состоялъ, попрежнему, Смотрителемъ. Подъ его руководствомъ работали 14 служителей, а именно: 1 швейцаръ, 2 служителя при Канцеляріи, 2 служителя при Отдѣленіяхъ, помѣщенныхъ въ главномъ зданіи, 2 разсыльныхъ, 1 служитель при Отдѣленіи наблюденій и повѣрки инструментовъ, 5 дворниковъ и 1 истопникъ. На Смотрителя Обсерваторіи возложенъ присмотръ за чистотою помѣщеній, двора и прилегающихъ улицъ; онъ руководитъ работами прислуги, покупаетъ и доставляетъ въ Отдѣленія Обсерваторіи, въ ея лабораторіи и мастерскія необходимые матеріалы и принадлежности, получаетъ изъ таможни и отправляетъ за границу инструменты и книги и вообще заботится объ исполненіи всѣхъ хозяйственныхъ потребностей Обсерваторіи.

Сверхъ мелкихъ починокъ и исправленій, въ отчетномъ году были произведены, подъ непосредственнымъ присмотромъ Смотрителя Обсерваторіи, слѣдующія ремонтныя работы: по Масляному переулку былъ положенъ новый тротуаръ и всѣ печи въ зданіи Обсерваторіи были исправлены.

II. Механическая мастерская и инструменты.

Мастерскою попрежнему завѣдывалъ механикъ К. К. Рорданцъ; кромѣ него, подъ его руководствомъ работали: М. Хохловъ съ января до 20 апрѣля (съ этого срока онъ былъ переведенъ въ Константиновскую Обсерваторію на мѣсто механика вновь устраиваемаго Змѣйковаго Отдѣленія); А. Алексѣевъ работалъ съ января до 28 іюня; онъ ушелъ отъ насъ на болѣе выгодное мѣсто; его замѣнилъ, въ качествѣ подмастерья, окончившій у насъ обученіе ученикъ Ѳ. Пѣтуховъ. Ученикъ М. Пѣтуховъ обучался работамъ въ теченіе всего года.

Помимо обычнаго ухода за дѣйствующими приборами Обсерваторіи, мелкихъ починокъ, различныхъ порученій по заказу инструментовъ и проч., въ мастерской Обсерваторіи въ теченіе отчетнаго года были исполнены слѣдующія работы:

1) Оконченъ *большой механическій анемографъ* новой конструкціи Рорданца. Приборъ этотъ установленъ на башнѣ взамѣнъ стараго анемографа Фуса; онъ приведенъ въ дѣйствіе съ августа.

2) Изготовлены *двѣ новыхъ бусоли* съ діоптрами.

3) Изготовлено *два новыхъ* усовершенствованныхъ *снѣгомѣра.*

4) Изготовлены *одинъ анемометръ* и *одинъ новый анемографъ* для надстраиваемой башни Константиновской Обсерваторіи.

5) Изготовленъ одинъ геліографъ Величко.

6) Изготовлены *два новыхъ флюгера* особаго устройства.

7) Изготовлены *два метеорографа* для шаровъ зондовъ.

8) Изготовлено 50 перьевъ для Ришаровскихъ приборовъ.
» 20 » » атмо-омбрографа.

9) Сдѣлано новое приспособленіе у обыкновеннаго дождемѣра, чтобы его можно было изъ дома закрывать и открывать во время ливня.

10) Изготовленъ футштокъ, раздѣленный на сантиметры, для гавани Портъ-Кунда.

Исправлены: 30 волосныхъ гигрометровъ, 27 ртутныхъ барометровъ, 2 анероида, 1 солнечные часы Флеше, 1 эвапорометръ, 2 нефоскопа, 2 контактныхъ часовъ, анемографы Вильда-Гаслера, Фрейберга-Ришара и анемографъ вертикальныхъ воздушныхъ теченій; электрическій приборъ, служащій для приведенія въ сотрясеніе ртути у вѣсового барографа Вильда; дестиллировано 2 пуда ртути. Вытянуты проволочныя нити изъ польскаго серебра толщиною въ 0,066 и въ 0,045 мм. для изготовляемыхъ новыхъ магнитныхъ приборовъ.

Провѣрены 40 камертоновъ.

Независимо отъ этого мастерская оказывала содѣйствіе Отдѣленію повѣрки инструментовъ какъ по введенію нѣкоторыхъ усовершенствованій въ провѣрительныхъ приборахъ, такъ и при повѣркѣ 65 анемометровъ на приборѣ Комба.

Въ концѣ августа механикъ Рорданцъ былъ командированъ въ Портъ-Кунда для установки электрическаго лимниграфа моей системы.

Обсерваторія пріобрѣла въ отчетномъ году за свой счетъ изъ мастерскихъ Ф. Мюллера, К. Петермана, Г. Майкранца и Д. Дремлюга, и разослала на метеорологическія станціи нижеслѣдующіе приборы установленнаго типа:

35 психрометрическихъ термометровъ,
31 минимальныхъ » ,
13 максимальныхъ » ,
11 волосныхъ гигрометровъ,
20 термометрическихъ клѣтокъ,

73 пары дождемѣровъ съ складною воронкообразной защитой Нифера,
11 ртутныхъ барометровъ,
4 анероида,
10 флюгеровъ съ указателемъ силы вѣтра,
2 солнечныхъ часовъ Флеше,
2 карманныхъ часовъ,
6 фонарей,
2 эвапорометра Вильда.

Въ этомъ перечнѣ обращаетъ на себя вниманіе малое (сравнительно съ прошлыми годами) количество пріобрѣтенныхъ гигрометровъ. Объясняется это тѣмъ, что въ мастерской Обсерваторіи организованъ болѣе широкій ремонтъ старыхъ инструментовъ, возвращаемыхъ со станцій (всего выслано на станціи въ отчетномъ году 32 гигрометра, составляющихъ собственность Обсерваторіи).

То же нужно сказать и о барометрахъ, на ремонтъ которыхъ было потрачено въ отчетномъ году очень много времени механикомъ Обсерваторіи, К. К. Рорданцемъ, какъ это видно изъ отчета по мастерской.

Кромѣ перечисленныхъ, были пріобрѣтены за счетъ Обсерваторіи и высланы на станціи слѣдующіе инструменты:

Отъ Ф. Мюллера въ С.-Петербургѣ: психрометръ-пращъ для станціи на Югорскомъ Шарѣ (Новая Земля) и 2 дугообразныхъ термометра къ актинометру Хвольсона для станціи въ Асхабадѣ; изъ Германіи отъ Фуса (R. Füss in Steglitz) ручной анемометръ для станціи въ Ай-Петри; изъ Франціи отъ Ришара (J. Richard Frères à Paris) двухдневный гигрографъ (большая модель) для той же станціи и недѣльный гигрографъ (средняя модель) для станціи въ Уютномъ. На средства, ассигнованныя Спб. Городскою Думою, Обсерваторіею выписаны изъ Англіи (Nation. Phys. Laboratory) 2 анемографа для станцій Портъ-Кунда и Гогландскій маякъ.

Кромѣ того отъ Ришара выписано въ отчетномъ году за счетъ Обсерваторіи 70 годовыхъ запасовъ лентъ для снабженія ими станцій, на которыхъ дѣйствуютъ Ришаровскіе самописцы.

Для Главной Физической и Константиновской Обсерваторій въ отчетномъ году пріобрѣтены изъ заграницы слѣдующіе приборы:

Изъ *Германіи:* отъ М. Гильдебранда (Freiberg) астрономическій инструментъ для опредѣленія азимутовъ миръ; отъ Р. Мюллера-Ури (Braunschweig) электрометръ и приборъ для опредѣленія плотности снѣга; отъ Континентальной Каучуковой и Гутаперчевой Компаніи (Hannover) 10 резиновыхъ шаровъ-зондовъ; отъ Р. Фуса (Steglitz) 5 аспираціонныхъ психрометровъ; отъ Акціонернаго Электрическаго Общества въ Берлинѣ динамомашина и электродвигатель; отъ О. Тепфера (Potsdam)варіометръ для магнитныхъ наблюденій и 100 листовъ фотографической бумаги для магнитографа; отъ О. Дейтцъ (Köln) керосиновый двигатель; отъ д-ра Штольце въ Берлинѣ 100 листовъ фотографи-

ческой бумаги для магнитографа и отъ Шлейхеръ и Шилль (Düren) 1 стопа миллиметрической бумаги.

Изъ *Франціи:* отъ Бр. Ришаръ въ Парижѣ 800 листовъ бумаги для гигрографа.

Изъ *Англіи:* отъ Англійской Національной Физической Лабораторіи (Kew) 2400 листовъ фотографической бумаги для магнитографа.

Изъ *Швеціи:* отъ И. Розе (Upsala) пиргеліометръ.

Изъ хранящагося въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи запаса камертоновъ въ отчетномъ году было выдано безплатно 32 камертона ученикамъ регентскаго класса Придворной Капеллы, 1 камертонъ регенту при Иллукстскомъ училищѣ дѣвицъ С. Пенткину и 1—іеромонаху о. Георгію, всего 34 камертона.

III. Библіотека и архивъ.

Библіотекаремъ и архиваріусомъ въ теченіе всего отчетнаго года состоялъ П. И. Ваннари, который пользовался въ этомъ году мѣсячнымъ отпускомъ съ 1-го августа по 1-ое сентября.

Подъ его руководствомъ въ теченіе всего года въ библіотекѣ занималась Ц. К. Ремей, которая была въ отпуску съ 10-го іюня по 9-ое іюля. На обязанности г-жи Ремей лежала переписка старыхъ каталоговъ, занесеніе въ каталогъ вновь поступающихъ книгъ и размѣщеніе ихъ въ библіотекѣ.

Библіотека увеличилась въ теченіе отчетнаго года на 917 нумеровъ, что составляетъ 1169 томовъ. Изъ нихъ 117 томовъ были куплены, а остальные 1052 получены въ обмѣнъ или въ даръ. Общее число книгъ въ библіотекѣ къ концу отчетнаго года достигло 37481.

Библіотека получаетъ болѣе 600 періодическихъ изданій, изъ которыхъ 161 находятся для общаго пользованія въ читальнѣ.

Въ отчетномъ году въ библіотекѣ была произведена *ревизія.*

Библіотекой и архивомъ пользовались въ отчетномъ году 65 лицъ, при чемъ изъ библіотеки было выдано 1296 книгъ, а изъ архива записи наблюденій за 782 года.

Въ *архивъ* въ теченіе отчетнаго года поступило:

1) Книжки и таблицы наблюденій 950 станцій II раз. за 1900 г.

2) Таблицы наблюденій 15 финляндскихъ маяковъ за тотъ-же годъ.

3) Книжки и таблицы наблюденій 115 станцій надъ температурою почвы за тотъ-же годъ.

4) Таблицы наблюденій 164 станцій надъ температурою поверхности земли за тотъ-же годъ.

5) Таблицы наблюденій надъ испареніемъ на 126 ст. за тотъ-же годъ.

6) Записи и обработка наблюденій по геліографу на 119 ст. за тотъ-же годъ.

7) Таблицы ежечасныхъ наблюденій Екатеринбургской Обсерваторіи за 1900 г. и таблицы ежечасныхъ магнитныхъ наблюденій Екатеринбургской Обсерваторіи за 1901 г.

8) Таблицы облачности А. М. Шенрока.

9) Желѣзнодорожныя наблюденія за зиму 1900—1901 г.

10) Оригиналы наблюденій станцій III разряда надъ грозами въ 1898, 1899 и 1900 гг., надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1898—1899 г., надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1898 и 1899 гг. и надъ осадками въ 1898 и 1899 гг.

11) Записи и обработка самопишущихъ приборовъ 55 станцій за 1900 годъ.

12) Записи самопишущихъ приборовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи (барографовъ Гаслера и Ришара, анемографовъ Ришара, Гаслера и Фуса, анемографа для вертикальныхъ токовъ воздуха, лимниграфа Гаслера, термографа и гигрографа Ришара, омбро-атмографа Рорданца и геліографа Кемпбеля) за 1900 годъ; таблицы чрезвычайныхъ наблюденій и обработка самопишущихъ приборовъ и книжки обыкновенныхъ и чрезвычайныхъ наблюденій за 1900 г.

Въ архивѣ и библіотекѣ, на крайнюю тѣсноту которыхъ было уже указано въ предыдущихъ отчетахъ, теперь уже совершенно не осталось мѣста для размѣщенія рукописныхъ оригиналовъ наблюденій. Все вновь поступающее приходится складывать прямо на полу; такой способъ размѣщенія рукописей наблюденій конечно нельзя признать желательнымъ, и кромѣ того имъ очень затрудняется пользованіе архивомъ, которое все увеличивается.

Въ библіотекѣ, кромѣ указанныхъ выше текущихъ работъ, продолжались, какъ и въ прошломъ году, составленіе новаго систематическаго каталога всѣхъ книгъ, карточнаго каталога текущей журнальной литературы и составленіе библіографіи для «Ежемѣсячнаго Бюллетеня».

Многочисленныя справки отнимали и въ отчетномъ году у библіотекаря не мало времени, ибо обыкновенно постороннимъ лицамъ приходилось давать разнаго рода разъясненія и совѣты. За подобными справками и разъясненіями часто обращаются также и письменно, и нерѣдко приходится изготовлять въ библіотекѣ копіи съ оригиналовъ архива, сообщать списки работъ по разнымъ вопросамъ и т. д. Въ теченіе отчетнаго года въ читальнѣ Обсерваторіи дѣлали выписки для различныхъ цѣлей многія постороннія лица, широко пользуясь совѣтами и указаніями библіотекаря.

Кромѣ того библіотекарь, подъ моимъ руководствомъ, составилъ списокъ трудовъ Г. И. Вильда, приложенный къ читанному мною на засѣданіи Императорской Академіи Наукъ 9 сентября 1902 г. некрологу Г. И. Вильда.

IV. Изданія Обсерваторіи. Ученые труды служащихъ въ Обсерваторіи. Справки.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія.

1) Лѣтописи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г. части I и II, а также оттиски различныхъ отдѣловъ ихъ [1]).

2) Отчетъ по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ.

3) С. Грибоѣдовъ. Предостереженія о сильныхъ вѣтрахъ и метеляхъ, посланныя Главною Физическою Обсерваторіею на линіи желѣзныхъ дорогъ зимою 1900—1901 г.

Ежедневный Метеорологическій Бюллетень разсылался безвозмездно внутри Имперіи и за границу въ числѣ 160 экземпляровъ. Разсылка производилась большею частью ежедневно и только въ нѣкоторые пункты по одному разу въ недѣлю. Сверхъ того Обсерваторія разсылала безвозмездно: Еженедѣльный Бюллетень въ числѣ 112 экземпляровъ, Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень въ числѣ 499 экземпляровъ. По подпискѣ доставлялись внутри Имперіи: 43 экземпляра Ежедневнаго и 29 экземпляровъ Ежемѣсячнаго Бюллетеня; за границу 3 экземпляра Ежедневнаго Бюллетеня.

Въ теченіе отчетнаго года служащими Обсерваторіи были напечатаны слѣдующіе ученые труды:

Каминскій, А. А. Постановка метеорологическаго дѣла въ Россіи.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 1902, № 1.

Его-же. Обзоръ дѣятельности Комиссіи по организаціи метеорологическихъ наблюденій на отечественныхъ курортахъ.—Журналъ Русскаго Общества охраненія народнаго здравія 1902, № 7—8.

Коростелевъ, Н. А. Солнечныя пятна и варіація магнитнаго склоненія.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 2.

Кузнецовъ, В. В. Самопишущій приборъ для опредѣленія давленія вѣтра, приспособленный для поднятія на змѣяхъ.—Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. т. XVII, № 1.

Его-же. Резиновый шаръ-зондъ и метеорографъ по идеѣ Ассмана.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 4.

Надѣинъ, И. К. Слоистое строеніе атмосферы.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

---

1) Выводы изъ наблюденій станцій I разряда, наблюденія надъ солнечнымъ сіяніемъ, результаты записей самопишущихъ инструментовъ, наблюденія надъ атмосферными осадками, грозами, вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ и надъ снѣжнымъ покровомъ.

Носовъ, А. В. Международныя наблюденія надъ облаками, произведенныя въ 1896—1897 гг. Вашингтонской Обсерваторіей.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень, 1902, № 2.

Рыкачевъ, М. А. Возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, вызванныя Шемахинскимъ землетрясеніемъ.—Приложеніе къ протоколамъ засѣданія Сейсмической Комиссіи, 1902.

Его-же. Необычайныя электрическія явленія при змѣйковомъ полетѣ 11 апрѣля 1902 г.—Извѣстія Императорской Академіи Наукъ, т. XVI, № 4.

Его-же. Некрологъ Г. И. Вильда.—Ibid., т. XVII, № 2. То же Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 8.

Его-же. Третій съѣздъ Международной Воздухоплавательной Комиссіи въ Берлинѣ.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVII, № 2.

Его-же. Участіе Константиновской Обсерваторіи въ международныхъ наблюденіяхъ въ разныхъ слояхъ атмосферы 19 сентября 1902 г.—Ibidem.

Савиновъ, С. И. Подъемъ змѣевъ въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ 5 декабря, 1901.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 3.

Его-же. Подъемъ воздушныхъ змѣевъ въ январѣ, февралѣ и мартѣ 1902 въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ. — Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 5.

Его-же. Международные подъемы шаровъ и змѣевъ съ августа по декабрь 1901 г.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Краткій обзоръ международныхъ изслѣдованій свободной атмосферы за 1901 г.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Подъемы шаровъ и змѣевъ въ январѣ—маѣ изъ С.-Петербурга и Павловска. Распыленіе $3^1/_2$ километровъ проволоки электрическимъ разрядомъ. — Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Съѣздъ Международной Комиссіи по научному воздухоплаванію.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Семеновъ, И. П. Климатъ средне-русской черноземной области—Россія. Томъ II, 1902.

Смирновъ, Д. А. Рѣзкія колебанія температуры въ С.-Петербургѣ 20 и 21 марта 1902 г.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVII, № 1.

Его-же. Предварительный отчетъ о международномъ полетѣ шаровъ 6 февраля 1902. — Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 4.

Его-же. Предварительный отчетъ о международныхъ полетахъ шаровъ съ апрѣля по сентябрь 1902 г. Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 10.

Шенрокъ, А. М. Verification einer Stimmgabel und Versuch einer photographischen Prüfungsmethode von Stimmgabeln.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVI, № 3.

Его-же. Высокій полетъ шаровъ въ Берлинѣ. — Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 5.

Шипчинскій, В. В. Современное состояніе вопроса объ іонизаціи атмосферы.— Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Шостаковичъ, В. Б. Замѣтка о быстрыхъ колебаніяхъ температуры на побережьѣ озера Байкала.—Ежемѣсячный Бюллетень 1902, № 12.

Его-же. Толщина льда на водоемахъ Восточной Сибири. — Извѣстія Академіи Наукъ т. XVII. № 5.

Кромѣ указанныхъ выше трудовъ, въ отчетномъ году мною были представлены для напечатанія въ изданіяхъ Императорской Академіи Наукъ слѣдующія три статьи:

1) Сикора, I. I. Observations des aurores boréales effectuées pendant l'hivernage en 1899—1900 de l'expédition russe à Konstantinowka, Spitzberg.

2) Срезневскій, Б. И. Einige geometrische Sätze über die Krümmung eines Luftstroms in athmosphärischen Wirbeln (Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVI, № 4).

3) Шукевичъ, I. Б. Термометрическія изслѣдованія и повѣрка термометровъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ 1869 до 1901 года.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія выдала въ отчетномъ году слѣдующія справки разнымъ учрежденіямъ и лицамъ, обращавшимся къ ней съ соотвѣтствующими запросами:

1) Г-жѣ Н. М. Субботиной въ С.-Петербургѣ — атмосферное давленіе и температура воздуха въ Москвѣ и Петербургѣ за 1901 г.

2) Управленію Ириновской желѣзной дороги въ Спб. — свѣдѣнія о температурѣ воздуха въ Спб. 7 августа 1901 г.

3) Управленію Московско-Казанской жел. дороги въ Москвѣ — наблюденія надъ температурою воздуха и надъ атмосферными осадками въ направленіи отъ Петровска-порта до Москвы за время съ 8 по 30 ноября 1900 г. и отъ Грознаго до Москвы съ 21 ноября по 3 декабря 1900 г.

4) Редакціи журнала «Звѣзда» въ Спб. — температура воздуха въ г. Славянскѣ съ 9 по 12 февраля 1898 г.

5) Управленію Московско-Ярославско-Архангельской жел. дороги въ Москвѣ — свѣдѣнія о погодѣ вдоль желѣзнодорожной линіи Ярославль-Архангельскъ съ 12 по 23 февраля 1901 г.

6) Архитектору зданій Института Гражданскихъ Инженеровъ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ I—мѣсячныя среднія температуры въ Спб. за 1901 г.

7) Управленію Курско-Харьково-Севастопольской жел. дороги въ г. Харьковѣ — температура воздуха съ 1 по 26 ноября 1895 г. на пути изъ Ялты черезъ Севастополь въ Харьковъ.

8) Машиностроительному заводу инженера Н. Н. Струкъ въ Спб. — высота надъ уровнемъ моря Черной рѣчки на Выборгской сторонѣ.

9) Петергофскому Дворцовому Управленію — среднія мѣсячныя величины метеорологическихъ элементовъ въ Спб. за 1901 г.

10) Конторѣ Карла Зандера въ Спб.—свѣдѣнія о состояніи погоды въ восточной части Финскаго залива 7 и 8 сентября 1900 г.

11) Военному инженеру Полковнику Э. А. Коляпковскому въ Спб.—свѣдѣнія о высотѣ воды въ р. Невѣ за разное время (6 справокъ).

12) Инженеръ-генералу Н. П. Петрову въ Спб.—свѣдѣнія о температурѣ воздуха и атмосферныхъ осадкахъ въ Спб. и Павловскѣ.

13) Генералу В. В. Витковскому въ Спб.—магнитное склоненіе въ Парижѣ и Лондонѣ за 1901 г.

14) Совѣту Управленія Лодзинской Фабричной жел. дороги въ Варшавѣ—наблюденія надъ температурою воздуха въ царствѣ Польскомъ и по направленію линіи Ростовъ-Екатеринославъ-Ровно-Ковель за время съ 9 по 19 августа 1900 г.

15) Статистическому Отдѣленію Спб. Городской Управы—состояніе погоды въ Спб. съ 1 по 13 января 1901 г.

16) Приватъ-доценту Харьковскаго Университета М. П. Косачу — выписки изъ метеорологическихъ наблюденій 99-ти станцій II-го разряда съ 11 по 14 декабря 1901 г. въ полосѣ между линіями Умань-Курскъ-Казань и Новороссійскъ-Астрахань-Оренбургъ.

17) Директору 1-го Кадетскаго Корпуса въ Спб.—мѣсячныя среднія температуры воздуха въ Спб. за 1899, 1900 и 1901 гг.

18) Начальнику 4-й Шоссейной Дистанціи Спб. Округа Путей Сообщенія въ Спб. — состояніе погоды 1 и 2 марта 1902 г. въ Спб. и Павловскѣ.

19) Контролю Сборовъ Лодзинской Фабричной жел. дороги въ Варшавѣ—температура воздуха въ Царствѣ Польскомъ и на протяженіи Ростовъ-Екатеринославъ-Ровно-Ковель за время съ 27 іюля по 5 августа 1900 г.

20) Начальнику Цивильской почтово-телеграфной Конторы — разница во времени между Цивильскомъ и Пулковомъ.

21) Юридической части Управленія желѣзныхъ дорогъ — температура воздуха въ Ирбитѣ, Тюмени и Талицѣ за февраль 1900 г.

22) Судебному слѣдователю Ковенскаго Окружного Суда 3-го участка Поневѣжскаго уѣзда въ г. Поневѣжѣ—температура воздуха въ Митавѣ, Поневѣжѣ, Радзивилишкахъ и Двинскѣ за 11 и 12 декабря 1901 г.

23) Канцеляріи 1-го Кадетскаго Корпуса въ Спб.—мѣсячныя среднія температуры въ Спб. за январь, февраль и мартъ 1902 г.

24) Охтенской Пригородной Управѣ—высота воды въ р. Невѣ съ 10 по 20 ноября 1901 г.

25) Отдѣлу Сооруженій Главнаго Управленія Кораблестроенія и Снабженій—свѣдѣнія о состояніи погоды въ Глазговѣ (Англія) въ декабрѣ 1900 г. и январѣ 1901 г.

26) Самарской Губернской Земской Управѣ— выписки изъ наблюденій метеорологическихъ станцій въ Саратовѣ, Камышинѣ, Маломъ Узнѣ, Покровской слободѣ, Урбахѣ, Ершовѣ и Уральскѣ за іюнь, іюль и августъ 1900 г. и іюнь и іюль 1901 г.

27) Инженеру Путей Сообщенія А. Ю. Саковичу въ Спб.—свѣдѣнія о количествѣ атмосферныхъ осадковъ, выпавшихъ въ видѣ снѣга въ теченіе зимы 1901—1902 гг. въ бассейнѣ Сѣверной Двины.

28) Управленію Харьково-Николаевской казенной жел. дороги въ Харьковѣ—состояніе погоды съ 3 по 5 іюля 1900 г. на пространствѣ Тирасполь-Кременчугъ.

29) П. И. Левицкому въ с. Александровскомъ, Тульской губ.,—магнитное склоненіе въ Тульской губ.

30) Штабсъ-капитану А. И. Баранову въ Песоченскомъ заводѣ, Калужской губ.,—барометрическое давленіе въ Европейской Россіи съ 19 по 22 іюня 1902 г.

31) Старшему врачу 3-й резервной Артиллерійской бригады въ Смоленскѣ—наблюденія Смоленской метеорологической станціи за 1901 г.

32) Департаменту Земледѣлія—свѣдѣнія о первыхъ и послѣднихъ въ году морозахъ въ Петро-Александровскѣ, Нукусѣ и Тифлисѣ.

33) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб. — высота воды въ р. Невѣ 11 іюля 1902 г.

34) Ѳ. Н. Панаеву въ Перми—нормальныя температуры воздуха для Прикамскаго района.

35) Юридической Части Управленія Курско-Харьково-Севастопольской жел. дороги въ Харьковѣ—температура воздуха и сила вѣтра съ 9 по 20 октября 1898 въ Лозовой, Мелитополѣ и Харьковѣ.

36) Инженеру М. О. Богурскому въ им. Струвки, Гродненской губ.—магнитное склоненіе въ Гродненской губ.

37) Оцѣночному Отдѣленію Вологодской Губернской Земской Управы—ежемѣсячные обзоры погоды въ Европейской Россіи за 1901 и 1902 гг. и многолѣтнія среднія температуры и осадковъ для всей Россійской Имперіи.

38) Г. Стефани на Михайловскомъ хуторѣ, Черниговской губ.—магнитное склоненіе въ Черниговской губ.

39) Судебному слѣдователю по важнѣйшимъ дѣламъ С.-Петербургскаго Окружного Суда Зайцову—состояніе погоды въ Лужскомъ уѣздѣ 29 іюня 1902 г.

40) Правленію С.-Петербургскаго Округа Путей Сообщенія — наблюденія надъ атмосферными осадками въ Павловскѣ (Спб. губ.), Усть-Ижорѣ и Усть-Славянкѣ за 1901 и 1902 гг.

41) Врачу В. А. Благовѣщенскому въ Спб.—высота надъ уровнемъ моря станицъ Софійской и Надеждинской, Семирѣченской области.

42) Инженеру Г. Спира въ Устюжнѣ—склоненіе магнитной стрѣлки въ Новгородской губерніи.

43) Управленію Московско-Ярославско-Архангельской жел. дороги въ Москвѣ—температура воздуха съ 30 іюля по 14 августа 1901 г. въ Москвѣ, Курскѣ, Барановѣ и Рязанцевѣ.

44) Гг. Лезеру и Гольцгютеру въ Спб., представителямъ Датскихъ машиностроительныхъ заводовъ Акціонернаго Общества «Атласъ»—температура воздуха съ 25 августа по 2 сентября 1902 г. въ направленіи Камышинъ—Варшава.

45) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб.—предѣльныя колебанія уровня воды въ р. Невѣ.

46) Н. Е. Кеппену въ Спб.—свѣдѣнія о температурѣ въ Ялтѣ за іюнь, іюль и августъ 1902 г.

47) Штабсъ-капитану Г. Иванову въ Спб.—наблюденія надъ атмосферными осадками во Владивостокѣ, Никольскѣ, Хабаровскѣ и Екатерино-Никольскѣ за 1895 и 1896 гг.

48) Управляющему Акцизными Сборами Екатеринославской губерніи—нормальныя количества осадковъ по временамъ года и за годъ для с. Авдотьина, Екатеринославской губерніи.

49) Правленію Вытегорскаго Округа Путей сообщенія—состояніе погоды въ озерномъ районѣ 20, 21 и 22 іюня 1901 г.

50) Э. А. Бессей въ Тифлисѣ—свѣдѣнія о климатѣ Туркестана и Кавказа.

51) Военному инженеру П. М. Миклашевскому въ Спб.—высота снѣжнаго покрова зимою 1898—1899 гг., температура воздуха и атмосферные осадки весною 1899 г. въ С.-Петербургѣ.

52) С.-Петербургскому Газовому Заводу—атмосферное давленіе въ Спб. въ ноябрѣ и декабрѣ 1901 г.

53) Студенту Г. Карницкому въ Спб. — средняя температура воздуха въ іюлѣ для Виленской губерніи.

54) С.-Петербургской Городской Управѣ—высота воды въ р. Невѣ 27 сентября 1902 г.

55) И. И. Лобановичу въ Спб.—температура воздуха 1-го января 1901 г. въ Ташкентѣ, Читѣ, Нерчинскомъ Заводѣ и Владивостокѣ.

56) Помощнику Начальника Изысканій въ портахъ Балтійскаго моря, инженеру Климову — метеорологическія наблюденія на Мессарагоцемскомъ маякѣ съ 1897 по 1901 г. и выводы изъ наблюденій надъ направленіемъ вѣтра въ Мемелѣ (Пруссія) за 5 — лѣтіе съ 1892 по 1896 г.

57) Присяжному стряпчему Н. М. Соколовскому въ Спб.—сила вѣтра и атмосферные осадки въ районѣ Петербургской губерніи и Ладожскаго озера съ 10 іюля по 15 августа 1899 г.

58) Инженеру Е. К. Кнорре въ Спб.—ежедневный максимумъ подъема воды въ р. Невѣ съ 15 августа по 28 сентября и 1 ноября 1902 г.

59) Начальнику Техническаго Отдѣла Главной Конторы по изысканію Черноморской линіи Владикавказской жел. дороги въ г. Екатеринодарѣ—наблюденія надъ атмосферными осадками въ районѣ Черноморской линіи дороги.

60) Новороссійскому Городскому Головѣ А. А. Никулину—наибольшія суточныя количества осадковъ въ Новороссійскѣ за послѣдніе годы.

61) Инженеръ-капитану Н. Н. Грушецкому въ Либавѣ — суточныя среднія температуры и силы вѣтра и общее состояніе погоды въ С.-Петербургѣ съ 1896 по 1900 г.

62) Помощнику Юрисконсульта Управленія Либаво-Роменской жел. дороги И. I. Малиновскому въ г. Курскѣ—свѣдѣнія о температурѣ и метеляхъ 26 декабря 1899 г. по линіи Веселый Кутъ—Одесса.

63) Оцѣночно-статистическому Бюро Полтавскаго Губернскаго Земства—атмосферные осадки и температура воздуха въ Полтавской губерніи съ 1 августа 1901 г. по 31 августа 1902 г.

64) Инженеру В. Старостину въ Ялтѣ—наблюденія надъ атмосферными осадками въ Астрахани и Ялтѣ съ 1883 по 1902 г.

65) Ѳ. Е. Арбузову въ Алтуховѣ — наблюденія надъ направленіемъ и силою вѣтра въ Скуратовѣ съ 1896 по 1901 г.

66) Окружному Генералъ-Квартирмейстеру Штаба Войскъ Гвардіи и Петербургскаго Военнаго Округа И. П. Вожинъ-Мурда-Жилинскому — распредѣленіе метеорологическихъ элементовъ въ районѣ Петербургской губерніи.

67) Врачу Главнаго Военно-медицинскаго Управленія И. П. Цицурину — климатическія данныя для Омска, Оренбурга и Семипалатинска.

68) Главному механику и завѣдывающему водоподъемными зданіями и фильтрами СПб. Городскихъ водопроводовъ С. П. Пятѣ — высота воды въ р. Невѣ за ноябрь и декабрь 1902 г.

69) Начальнику Полѣсскихъ желѣзныхъ дорогъ въ Вильнѣ — температура воздуха съ августа по декабрь 1898 г. въ Василевичахъ.

70) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб.—свѣдѣнія о градобитіяхъ въ Европейской Россіи.

71) С. Ю. Раунеру въ Спб.—многолѣтнія среднія температуры и осадковъ въ Россійской Имперіи.

72) Н. К. Поповой въ Спб.— наблюденія надъ атмосфернымъ давленіемъ и температурою воздуха въ Колѣ съ 20 мая по 1 сентября и въ Имандрѣ съ 1 іюня по 1 сентября 1901 г.

73) Д-ру Мейнардусу въ Берлинѣ — многолѣтнія среднія температуры воздуха и атмосферныхъ осадковъ для 27 станцій.

74) Профессору Вольферу, директору Астрономической Обсерваторіи въ Цюрихѣ— наблюденія надъ магнитнымъ склоненіемъ въ Павловскѣ за 1899 и 1900 гг.

75) Е. Альдриджъ въ Ashford (Англія) — температура воздуха въ Верхоянскѣ съ октября по декабрь 1897 г. и въ Харьковѣ съ октября 1897 по февраль 1898 г.

76) Инженеру А. Ю. Эдельбергу въ Спб. — свѣдѣнія о силѣ вѣтра въ Ревелѣ.

77) Технику Н. А. Морозову въ Спб.—случаи наинизшаго стоянія уровня воды въ р. Невѣ за послѣднія 5 лѣтъ.

78) Архитектору барону Г. В. Розену въ Спб. — свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ въ Россійской Имперіи.

79) Студенту Института Инженеровъ Путей Сообщенія А. А. Казакину — осадки по мѣсяцамъ въ Вышнемъ Волочкѣ за 1898, 1899 и 1900 гг.

80) Завѣдывающему хозяйствомъ Финляндскаго Полка А. Ф. Турбину — температуры воздуха въ Спб. съ 24 января по 6 февраля 1902 г.

81) Помощнику начальника работъ Оренбургъ-Ташкентской жел. дороги Л. А. Штукенбергу въ Спб.—свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ за послѣднія 20 лѣтъ въ Туркестанскомъ краѣ.

82) Начальнику работъ по постройкѣ водопровода для гг. Царскаго Села и Павловска— свѣдѣнія объ атмосферныхъ осадкахъ и температурѣ воздуха въ Петербургской губерніи, въ районѣ къ западу отъ С.-Петербурга.

83) В. Я. Захарову въ Спб. — свѣдѣнія о климатѣ Хабаровска.

84) Технику канализаціи Императорскаго Фарфороваго Завода Н. И. Разсказову въ Спб. — высота воды въ р. Невѣ 27 апрѣля 1902 г.

85) Преподавателю Константиновскаго Артиллерійскаго Училища А. В. Панкину — направленіе и сила вѣтра въ Спб. за каждый часъ въ 1898 и въ 1901 гг.

86) Н. В. Будде въ Спб.—суточныя минимальныя температуры за ноябрь и декабрь 1901 г. въ Спб.

87) Управленію Электротехническою Частью Инженернаго Вѣдомства — вѣроятная погода на Балтійскомъ морѣ и Финскомъ заливѣ 6 и 7 іюня 1902 г.

88) Инженеру Путей Сообщенія С. Е. Палашковскому въ Спб. — наибольшіе подъемы воды въ р. Невѣ съ 1899 по 1901 гг.

89) Собранію офицеровъ арміи и флота въ Спб. — атмосферное давленіе въ Спб. 4 октября 1902 г.

90) Химической Лабораторіи Горнаго Института — атмосферное давленіе въ Спб. 16 и 17 сентября 1902 г.

91) Дѣлопроизводителю Комиссіи по постройкѣ зданій Электротехническаго Института В. В. Грѣхову въ Спб.—наблюденія надъ температурою воздуха въ Спб. за ноябрь 1902 г.

92) Профессору Г. Б. Риццо въ Перужѣ (Италія) — наблюденія метеорологическихъ станцій Малыя Кармакулы, Мезень, Обдорскъ и Богословскъ за 1899 и 1900 гг.

93) Ассистенту Метеорологическаго Института въ Будапештѣ Л. С. Штейнеру — атмосферное давленіе и температура воздуха за 22 декабря 1901 г. въ Одессѣ, Кіевѣ, Кишиневѣ, Варшавѣ, Пинскѣ и Николаевѣ.

94) Королевскому Саксонскому Метеорологическому Институту въ Хемницѣ — температура воздуха съ 24 мая по 7 іюня 1901 г. въ направленіи линіи Бѣлая Церковь — Кіевъ — Броды.

95) Императорско-Королевскому Главному Гидрографическому Управленію въ Вѣнѣ— наблюденія надъ атмосферными осадками за 1901 г. станцій Радомъ, Кѣльцы, Конецполь, Зомбковицы, Мышковъ, Андреевъ и Лазы.

96) Профессору Н. Экгольму въ Стокгольмѣ — атмосферное давленіе 22 января 1900 г. въ Семипалатинскѣ и 23 января 1900 г. въ Барнаулѣ.

97) В. Спаріозу въ Мостарѣ (Герцеговина) — атмосферные осадки въ Спб. за февраль 1870 г. и сентябрь 1871 г.

98) Директору Office of the Coast and Geodetic Survey въ Вашингтонѣ — магнитныя наблюденія въ Павловскѣ.

V. Отдѣленіе метеорологическихъ наблюденій и повѣрки инструментовъ.

Отдѣленіемъ завѣдывалъ I. Б. Шукевичъ.

Помощникомъ завѣдывающаго состоялъ Э. Г. Розенталь.

Метеорологическія наблюденія производили Н. Ѳ. Траге и А. Н. Третьяковъ; обязанности резервнаго наблюдателя исполнялъ Л. Ф. Матусевичъ.

Повѣркою инструментовъ занимались поименованныя лица и В. В. Александровъ.

Въ качествѣ вычислительницы работала З. А. Максимова.

Завѣдывающій отдѣленіемъ I. Б. Шукевичъ былъ командированъ съ 16 до 19 іюля на островъ Куусаари въ Финляндіи, для устройства метеорологической станціи при колоніи Св. Леонида.

Отпускомъ пользовались: I. Б. Шукевичъ съ 23 іюля по 22 августа, Э. Г. Розенталь съ 27 мая по 26 іюня, А. Н. Третьяковъ съ 23 іюля по 22 августа, З. А. Максимова съ 6 іюля по 5 августа и Н. Ѳ. Траге съ 4 по 17 іюля. По болѣзни не приходилъ на службу В. В. Александровъ съ 2 января по 20 февраля. Сверхъ того, по болѣзни или по другимъ уважительнымъ обстоятельствамъ, съ моего разрѣшенія, не работали г. Розенталь 5 дней, г. Третьяковъ 10 дней, г. Александровъ 10 дней и гг. Траге и Матусевичъ по 1 дню.

Съ работами отдѣленія знакомились и производству метеорологическихъ наблюденій обучались: Н. А. Коростелевъ, И. П. Семеновъ, наблюдатель станціи въ Халилѣ К. Ф. Левандовскій, наблюдатель станціи на Мархотскомъ перевалѣ Я. П. Климовъ, члены Пекинской миссіи діаконъ Н. А. Милютинъ и монахъ Алекс. Порфирьевичъ, завѣдывающій Елисаветградскою станціею П. П. Ефимовъ, лейтенантъ флота Г. Р. Долгополовъ, С. И. Талагинъ и штабсъ-капитанъ баронъ де-Пелленбергъ, начальникъ конвоя Абиссинской экспедиціи.

A. Наблюденія въ С.-Петербургѣ.

Въ метеорологическихъ наблюденіяхъ Обсерваторіи произошли въ отчетномъ году слѣдующія перемѣны:

Анемографъ Фуса снятъ 3 сентября, а на его мѣсто поставленъ новый анемографъ, изготовленный въ механической мастерской Обсерваторіи по плану и подъ руководствомъ механика К. К. Рорданца. Анемографъ Фуса дѣйствовалъ съ іюля 1885 года. По его записямъ даны въ лѣтописяхъ направленіе и скорость вѣтра лишь за 1886 и 1887 гг.; во все остальное время онъ служилъ для опредѣленія скорости вѣтра лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда не дѣйствовалъ анемографъ Фрейберга-Ришара, по которому съ 1888 г. публикуются ежечасныя данныя направленія и скорости вѣтра. У механическаго анемографа Фуса скорость вѣтра записывается на бумажной лентѣ, приводимой въ движеніе Робинсоновымъ анемометромъ, т. е. она опредѣляется по перемѣщенію ленты, происходящему пропорціонально скорости вращенія анемометра. Направленіе же вѣтра записывается на той же самой лентѣ восьмью карандашами, соотвѣтствующими восьми румбамъ. Запись получалась безпрерывная за цѣлый мѣсяцъ; по истеченіи мѣсяца лента отрѣзывалась.

Новый механическій анемографъ Рорданца, установленный на такой же высотѣ, какъ электрическій анемографъ Фрейберга-Ришара (на 1 метръ выше, чѣмъ анемографъ Фуса), назначенъ, главнымъ образомъ, для постояннаго контроля и замѣны, въ случаѣ надобности, записей анемографа Фрейберга-Ришара. Въ виду этой цѣли устройство пишущей части прибора Рорданца представляетъ то преимущество, что бумажная лента съ записями снимается съ прибора, какъ и съ анемографа Фрейберга-Ришара, ежедневно (а не ежемѣсячно); а затѣмъ, записи какъ скорости, такъ и направленія вѣтра, у обоихъ приборовъ, сами по себѣ, весьма сходны между собою. Подробное описаніе новаго прибора будетъ дано во введеніи къ лѣтописямъ за 1902 годъ.

Ввиду значительно бо́льшей чувствительности флюгера этого анемографа, чѣмъ флюгера анемографа Гаслера, по которому производились срочныя наблюденія надъ направленіемъ вѣтра, при помощи таблицы клапановъ, послѣдняя 22 декабря сообщена съ флюгеромъ анемографа Рорданца.

Чтобы изучить вліяніе башни Обсерваторіи и окружающихъ ее построекъ на отклоненія вѣтра отъ горизонтальнаго направленія, съ 15 августа до конца года произведены сравнительныя наблюденія надъ вертикальною составляющею силы вѣтра въ трехъ разныхъ мѣстахъ башни и на различныхъ высотахъ. Эти наблюденія показываютъ, что отклоненіе вѣтра отъ горизонтальнаго направленія, слѣдовательно и величина вертикальной составляющей силы вѣтра, зависитъ въ значительной степени отъ мѣста на башнѣ, на которомъ находится анемометръ. Подробные результаты этого изслѣдованія, предпринятаго І. Б. Шукевичемъ, будутъ сообщены во введеніи за 1902 годъ.

Лѣтомъ отчетнаго года производились непосредственныя наблюденія надъ интенсив-

ностью сильныхъ дождей по дождемѣру съ приспособленіемъ для открытія и закрытія его изъ комнаты. Эти наблюденія имѣли цѣлью рѣшить вопросъ, съ одной стороны, о пригодности приспособленія, съ другой—о томъ, насколько точны результаты подобныхъ наблюденій. Наблюденія были поручены служителю отдѣленія метеорологическихъ наблюденій Алексѣю Федорову, проживающему при Обсерваторіи. Наблюдены имъ около 20 случаевъ выпаденія болѣе сильнаго дождя. Наблюденные имъ моменты начала и конца выпаденія (моменты открытія и закрытія дождемѣра) и количества дождя затѣмъ сравнены съ записями омбрографа. По времени, непосредственныя наблюденія расходились съ записями лишь на 2—3 минуты, а количества воды согласны до 0,1—0,3 мм. Такимъ образомъ непосредственныя наблюденія дали достаточно точныя величины интенсивности, приборъ же оказался вполнѣ пригоднымъ для этихъ наблюденій.

Подробности объ этихъ и другихъ спеціальныхъ наблюденіяхъ и о всѣхъ перемѣнахъ въ наблюденіяхъ сообщены во введеніи къ лѣтописямъ за 1902 годъ.

Б. Повѣрка инструментовъ.

Въ теченіе отчетнаго года провѣрены слѣдующіе инструменты:

910 обыкн. ртутн. термометровъ (психром., почв. и др.),
9 разныхъ спеціальн. ртутн. термометровъ (глубоководн., актином. и пр.),
179 макс. ртутныхъ термометровъ,
178 минимальныхъ спиртовыхъ термометровъ,
906 медицинскихъ термометровъ,
137 волосныхъ гигрометровъ,
465 дождемѣрныхъ сосудовъ,
250 измѣрительныхъ стакановъ къ дождемѣрамъ,
19 эвапорометровъ Вильда,
59 ртутныхъ барометровъ,
162 анероида,
24 термобарометра,
79 флюгеровъ,
63 анемометра,
8 анемометровъ — вентиляторовъ,
3 нефоскопа Финемана,
1 актинометръ Хвольсона,
23 геліографа,
16 барографовъ,
10 барографовъ — высотомѣровъ,
19 термографовъ,
8 гигрографовъ,

1 психрографъ,
21 метеорографъ,
3 плювіографа Рорданца,
3 мареографа,
1 змѣйковый анемографъ-барографъ,
14 солнечныхъ часовъ,
2 хронометра,
14 карманныхъ часовъ.

Всего провѣрено 3587 инструментовъ.

Кромѣ того провѣрялся, по моему порученію, «солнечный треугольникъ» С. П. Глазенапа, служащій для опредѣленія поправки часовъ. Способъ опредѣленія основанъ на наблюденіи равныхъ высотъ солнца до и послѣ полдня. Теорія и устройство треугольника, порядокъ наблюденій и вычисленіе поправки часовъ подробно изложены въ статьѣ С. П. Глазенапа «Солнечный треугольникъ. — Простѣйшій инструментъ для опредѣленія времени.» Изв. Русскаго Астроном. Общества, IX выпускъ, 1902.

Треугольникъ полученъ въ среднихъ числахъ сентября. Вслѣдствіе неблагопріятной погоды произведены лишь 6 наблюденій: 1, 7 и 13 октября, 17, 18 и 20 ноября, при чемъ въ двухъ случаяхъ удалось отмѣтить лишь одну высоту солнца. Несмотря на это и близкое къ полдню время наблюденій, ошибки опредѣленій, т. е. разности между поправкою часовъ, опредѣленной посредствомъ треугольника, и истинною поправкою, полученною по синхроническому маятнику Обсерваторіи, не превышали одной минуты. Точность опредѣленія времени при помощи треугольника, этого весьма простого по своему устройству и способу наблюденія инструменту, вполнѣ достаточна для метеорологическихъ цѣлей. Замѣтимъ однако, что многіе наблюдатели на метеорологическихъ станціяхъ едва ли въ состояніи дѣлать всѣ вычисленія для опредѣленія поправки, и что наблюденія по треугольнику требуютъ несравненно больше времени, чѣмъ солнечные часы Флеше, употребляемые на метеорологическихъ станціяхъ.

VI. Состояніе сѣти метеорологическихъ станцій II разряда и осмотръ этихъ станцій.

A. Дѣятельность сѣти станцій II разряда.

Въ составъ сѣти станцій II разряда входятъ метеорологическія станціи слѣдующихъ трехъ типовъ:

1) Станціи II разряда 1 класса, т. е. такія, въ которыхъ производятъ въ 3 срока (7 ч. у., 1 ч. д. и 9 ч. в.) наблюденія надъ давленіемъ воздуха по точному ртутному барометру и наблюденія по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ точнымъ приборамъ надъ

температурою и влажностью воздуха, надъ направленіемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

2) Станціи II разряда 2 класса, т. е. такія, съ которыхъ поступаютъ наблюденія въ тѣ же 3 срока и тоже по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ инструментамъ надъ температурою воздуха, надъ направленіемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

3) Станціи II разряда 3 класса; къ этому типу мы причисляемъ всѣ тѣ пункты, въ которыхъ наблюденія дѣлались тоже въ 3 срока, но отчасти по невывѣреннымъ или же по не вполнѣ удовлетворительно установленнымъ приборамъ, а также станціи, которыя не имѣютъ полнаго комплекта инструментовъ станцій II разряда 2 класса.

Съ большей части станцій Европейской Россіи, а также нѣкоторыхъ областей Азіатской Россіи наблюденія доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, гдѣ они и обрабатывались. Остальныя же станціи входятъ въ составъ районныхъ сѣтей, во главѣ которыхъ поставлены Екатеринбургская и Иркутская магнитно-метеорологическія Обсерваторіи и Тифлисская Физическая Обсерваторія. Наблюденія районныхъ сѣтей собираются и обрабатываются названными тремя обсерваторіями, отсылающими въ Николаевскую Обсерваторію лишь результаты обработки для напечатанія въ ея Лѣтописяхъ. Станціями въ большей части Туркестанскаго края (въ Сыръ-Дарьинской, Ферганской и Самаркандской областяхъ, а также въ Аму-Дарьинскомъ отдѣлѣ) завѣдываетъ Ташкентская Астрономическая и Физическая Обсерваторія. Вычисленныя въ Ташкентѣ наблюденія поступаютъ въ Николаевскую Обсерваторію для окончательной обработки и напечатанія въ Лѣтописяхъ.

Сѣть Екатеринбургской Обсерваторіи образуютъ станціи губерній Пермской, Тобольской и Томской и областей Акмолинской, Семипалатинской и Тургайской. Въ составъ сѣти Иркутской Обсерваторіи входятъ станціи губерній Енисейской и Иркутской, а также въ областяхъ Якутской и Забайкальской. Къ сѣти Тифлисской Обсерваторіи принадлежитъ бóльшая часть станцій II разряда на Кавказѣ.

Свѣдѣнія о состояніи сѣтей Екатеринбургской, Иркутской и Тифлисской Обсерваторій сообщаются въ отчетахъ директоровъ этихъ обсерваторій.

Наблюденія станцій II разряда, находящихся въ непосредственномъ вѣдѣніи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, поступаютъ въ отдѣленіе станцій II разряда, гдѣ и производится ихъ обработка; переписка съ этими станціями ведется главнымъ образомъ въ томъ же отдѣленіи, а отчасти въ канцеляріи.

Состояніе сѣти станцій II разряда, доставляющихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію или же при посредствѣ Ташкентской Обсерваторіи наблюденія съ 771 станціи II разряда [1]), а именно:

съ 430 станцій II разряда 1 класса (въ 1901 г. съ 408 ст.),
» 184 » II » 2 » (въ 1901 г. съ 166 ст.),
» 157 » II » 3 » (въ 1901 г. съ 158 ст.).

Какъ видно изъ приведенныхъ чиселъ, въ тѣхъ районахъ, изъ которыхъ наблюденія для обработки отсылаются въ Николаевскую Обсерваторію, общее число станцій II разряда по сравненію съ 1901 г. возросло на 5%, число станцій II разряда 1 класса увеличилось тоже на 5%, а число станцій II разряда 2 класса на 11%; число станцій II разряда 3 класса въ тѣхъ же районахъ почти не измѣнилось.

Наиболѣе постоянными являются станціи 1 класса; изъ числа станцій этого типа, перечисленныхъ во II части Лѣтописей за 1901 г., до начала 1902 г. окончательно закрыты только двѣ, тогда какъ изъ приведенныхъ въ томъ же томѣ Лѣтописей станцій 3 класса не дѣйствовали въ отчетномъ году 15 станцій; изъ станцій 2 класса, дѣйствовавшихъ въ 1901 г., временно или совершенно прекратили высылку наблюденій 5 станцій. Эти числа указываютъ также на сравнительное непостоянство станцій 3 класса. Къ этому типу относятся станціи не вполнѣ еще устроенныя, т. е. снабженныя не всѣми необходимыми для наблюденій по инструкціямъ Академіи Наукъ инструментами или же не имѣющія рекомендуемыхъ означенными инструкціями приспособленій для установки приборовъ. Тамъ, гдѣ условія представляются благопріятными для успѣшной дѣятельности возникшей на частныя средства станціи 3 класса, она преобразовывается, нерѣдко при содѣйствіи Николаевской Обсерваторіи или другого правительственнаго учрежденія, въ станцію болѣе совершеннаго типа; остальныя же станціи 3 класса обыкновенно, просуществовавъ нѣкоторое время, перестаютъ дѣйствовать какъ станціи II разряда.

Почти лишенная возможности, по недостатку средствъ, устраивать новыя станціи, Николаевская Обсерваторія прилагаетъ всѣ старанія къ тому, чтобы сохранить уже существующія, а также пополнить и привести въ порядокъ не вполнѣ удовлетворительно устроенныя станціи въ такихъ пунктахъ, гдѣ можно разсчитывать на постоянство наблюденій.

---

1) Въ это число не включены 16 станцій при маякахъ въ Финляндіи, съ которыхъ въ Николаевскую Обсерваторію доставлялись копіи съ подлинныхъ журналовъ наблюденій, отсылаемыхъ въ Гельсингфорсскую Обсерваторію.

Наблюдательная сѣть имѣетъ тѣмъ большее значенiе, чѣмъ больше среди образующихъ ее станцiй опорныхъ пунктовъ съ многолѣтними непрерывными наблюденiями и чѣмъ равномѣрнѣе эти опорные пункты распредѣлены по всей территорiи страны. Такими опорными пунктами, по понятнымъ причинамъ, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ являются станцiи, содержимыя на частныя средства. Въ большинствѣ случаевъ постоянство наблюденiй на много лѣтъ можетъ быть обезпечено лишь денежнымъ вознагражденiемъ изъ средствъ казны. Частныя же станцiи, дѣйствующiя нерѣдко образцово, являются не только чрезвычайно важнымъ, но и необходимымъ дополненiемъ къ тѣмъ немногочисленнымъ наблюдательнымъ пунктамъ, постоянство которыхъ обезпечено заинтересованными въ ихъ существованiи вѣдомствами. Разныя вѣдомства, земства, управленiя желѣзныхъ дорогъ, а также нѣкоторыя частныя общества устраиваютъ и содержатъ метеорологическiя станцiи, вообще говоря, съ тѣми или иными специальными цѣлями, но всѣми этими вѣдомствами и учрежденiями не упускаются изъ виду также и основныя задачи, преслѣдуемыя сѣтью Главной Физической Обсерваторiи; эти вѣдомства и учрежденiя предоставляютъ Обсерваторiи направлять дѣятельность ихъ станцiй въ отношенiи основныхъ метеорологическихъ наблюденiй сообразно съ установленною ею программою. Такимъ образомъ *почти всѣ метеорологическiя станцiи II разряда въ Имперiи образуютъ одну общую сѣть.*

Изъ числа вышеупомянутыхъ 771 станцiй II разряда, доставляющихъ свои наблюденiя въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторiю непосредственно или при посредствѣ Ташкентской Обсерваторiи, содержались:

27 станцiй изъ средствъ Николаевской Главной Физической Обсерваторiи.

79 станцiй изъ средствъ высшихъ и среднихъ учебныхъ заведенiй Министерства Народнаго Просвѣщенiя.

60 станцiй изъ средствъ Морского Министерства.

70 станцiй изъ средствъ Министерства Земледѣлiя и Государственныхъ Имуществъ (въ томъ числѣ 48 по Департаменту Земледѣлiя, 10 — по Лѣсному Департаменту, 9 — по Отдѣлу земельныхъ улучшенiй и 4 на курортахъ).

14 станцiй изъ средствъ Министерства Земледѣлiя и Г. И. и земствъ.

16 станцiй на средства Министерства Путей Сообщенiя (въ томъ числѣ 10 по отдѣлу водяныхъ и шоссейныхъ сообщенiй и 4 по отдѣлу торговыхъ портовъ).

14 станцiй на средства Удѣльнаго Вѣдомства.

16 станцiй на средства Военнаго Министерства.

1 станцiя на средства Вѣдомства Императрицы Марiи.

1 станцiя на средства Министерства Финансовъ.

10 станцiй на средства Министерства Юстицiи (въ томъ числѣ 9 на Сахалинѣ).

28 станцiй на средства Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторiи и изъ средствъ по земской смѣтѣ Туркестанскаго генералъ-губернаторства.

37 станцiй на средства земствъ: губернскихъ Олонецкаго, Новгородскаго, Тверского, Вятскаго, Московскаго, Владимiрскаго, Самарскаго, Полтавскаго, Курскаго, Воронежскаго,

Херсонскаго, Екатеринославскаго, Таврическаго и уѣздныхъ: Каргопольскаго, Яренскаго, Ярославскаго, Солигаличскаго, Шуйскаго, Нижегородскаго, Моршанскаго, Бугульминскаго, Бугурусланскаго, Новоузенскаго, Золотоношскаго, Константиноградскаго, Землянскаго, Богучарскаго и Елисаветградскаго.

4 станціи на средства городскихъ управленій городовъ: С.-Петербурга, Каменецъ-Подольска, Ялты и Керчи.

4 станціи на средства Сельскохоз. обществъ Елецкаго, Роменскаго, Донского и Южной Россіи.

3 станціи на средства монастырей Соловецкаго, Валаамскаго и Коневскаго.

4 станціи на средства биржевыхъ комитетовъ Ревельскаго, Перновскаго, Либавскаго и Нижегородскаго.

2 станціи на средства Рижскаго Общества Естествоиспытателей.

1 станція на средства Мурманской научно-промысловой экспедиціи.

1 станція на средства Олонецкаго Отдѣла Общества спасанія на водахъ.

2 станціи на средства Комитета по расчисткѣ Дона.

Ай-Петринская метеорологическая станція содержалась на соединенныя средства Министерства Путей Сообщенія, Главной Физической Обсерваторіи, а также Таврическаго и Ялтинскаго земствъ. Въ виду необходимости имѣть въ этомъ пунктѣ особое лицо, которое бы несло исключительно обязанности по станціи, на содержаніе этого лица потребовалась нѣсколько бо́льшая сумма, чѣмъ на содержаніе станцій при обыкновенныхъ условіяхъ жизни.

Такимъ образомъ, изъ 771 станцій, наблюденія которыхъ обрабатываются въ Главной Физической Обсерваторіи, были обезпечены содержаніемъ хотя бы и въ весьма ограниченномъ размѣрѣ 395 станцій. Не включены сюда 96 станцій, содержавшихся на средства желѣзныхъ дорогъ казенныхъ и частныхъ, такъ какъ многія изъ нихъ не отличаются постоянствомъ.

Необходимо оговорить, что хотя всѣ станціи при среднеучебныхъ заведеніяхъ причислены нами къ обезпеченнымъ, однако не при всѣхъ этихъ заведеніяхъ наблюдатели получаютъ плату за наблюденія.

На всѣхъ остальныхъ станціяхъ наблюденія производятся *безвозмездно* или *за плату отъ частныхъ лицъ*; нѣкоторыя изъ этихъ станцій на частныя же средства прекрасно обставлены инструментами и дѣйствуютъ образцово.

Въ 1902 г. слѣдующія станціи были *перемѣщены* изъ одного селенія или города въ другой пунктъ:

Изъ Варзуги въ Кузомень (Архангельской губ.).

Изъ Вахтина въ Половинкино (Ярославской губ.).

Изъ Селижарова къ Верхне-Волжскому бейшлоту (Тверской губ.).

Изъ Керчи городская станція въ Курулу (Таврической губ.).

Изъ Адисъ-Абэбы въ Адисъ-Алемъ (въ Абиссиніи) и затѣмъ обратно.

Возобновлена доставка наблюденій со слѣдующихъ станцій:

II разряда 1 класса: Старица (Тверской губ.), Рождественское (Костромской губ.), Рамонь (Воронежской губ.), Вяземская (Приморской обл.) и Лао-ти-шань (Квантунской обл.).

II разряда 2 класса: Изабеллинъ (Гродненской губ.).

II разряда 3 класса: Старая Русса (курортъ), Николаевскъ, город. учил. (Самарской губ.), Киверцы (Волынской губ.).

Въ отчетномъ году на средства *Николаевской Главной Физической Обсерваторіи* снабжены инструментами слѣдующія станціи:

II разряда 1 класса: Ивановскій рудникъ (Уфимской губ.), Сеулъ (въ Кореѣ).

II разряда 2 класса: Валданицы (Олонецкой губ.), Кургія (Лифляндской губ.), Борисово (Новгородской губ.), Коровинцы (Полтавской губ.) и Серахсъ (Закаспійской обл.).

На средства *среднеучебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія* открыты 2 станціи 1 класса: при реальномъ училищѣ въ Юрьевѣ (Лифляндской губ.) и при гимназіи въ Тамбовѣ.

Департаментомъ Земледѣлія открыты: станція 1 класса при Костычевской сельскохоз. опытной станціи близъ Валуйки (Самарской губ.), 4 станціи 2 класса: при сельскохоз. школахъ Покровской (Смоленской губ.) и Михайловской въ Искрисковщинѣ (Харьковской губ.), при Кокорозенскомъ сельскохоз. училищѣ (Бессарабской губ.) и въ Голодной Степи (Сыръ-Дарьинской обл.), а также станція 3 класса при древесномъ питомникѣ въ Могилевѣ губ.

На средства *Лѣсного Департамента* устроена станція 1 класса при Ѳеодосійскомъ лѣсничествѣ (Таврической губ.) и 2 класса при Велико-Анадольской лѣсной школѣ (Екатеринославской губ.).

Въ отчетномъ году Николаевская Обсерваторія стала получать наблюденія съ существовавшей уже и ранѣе станціи 2 класса въ *Бабичахъ* (Минской губ.), устроенной *Западною Экспедиціею* (Мин. Земл. и Гос. Им.) по осушенію болотъ.

Снаряженною *Отдѣломъ Водяныхъ и Шоссейныхъ сообщеній* партіею изысканій на р. Шекснѣ были открыты временныя станціи 3 класса въ Маломъ Бурковѣ (Новгородской губ.) и въ Крохинѣ (той же губ.).

На средства *Удѣльнаго Вѣдомства* открыта станція 2 класса въ с. Частые Колки (Самарской губ.).

Военное Министерство учредило 3 постоянныя станціи 1 класса при крѣпостныхъ воздухоплавательныхъ отдѣленіяхъ въ Понѣмони (Сувалкской губ.), въ Яблоннѣ (Варшавской губ.) и въ Брестъ-Литовскѣ (Гродненской губ.); такого же типа сезонныя станціи были открыты на средства того же Министерства въ лагерѣ Военно-электротехнической школы на остр. Котлинѣ (С.-Петербургской губ.) и въ лагерѣ Михайловскаго артиллерійскаго училища въ Красномъ Селѣ (С.-Петербургской губ.).

Ташкентскою Обсерваторіею устроена станція 1 класса въ Мешхедѣ (въ Персіи).

Аральскою экспедиціею *Туркестанскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества* была устроена станція 1 класса въ Кызылъ-Джарѣ (Сыръ-Дарьин-

ской обл.); эта станція обезпечена содержаніемъ изъ земскихъ средствъ Туркестанскаго генералъ-губернаторства.

Слѣдующія новыя станціи устроены на средства *земствъ:* станція 1 класса въ Карасубазарѣ на средства Таврическаго земства, станціи 2 класса: во Владимірѣ (Владимірскаго губ. земства), въ Новоузенскѣ (Новоузенскаго уѣзднаго земства), при Грайворонскомъ опытномъ полѣ въ Борисовкѣ (Курскаго губернскаго), въ Константиноградѣ (Константиноградскаго уѣзднаго), въ Великихъ Бубнахъ (Роменскаго уѣзднаго) и въ Землянскѣ (Землянскаго уѣзднаго).

На средства *Роменскаго Общества сельскихъ хозяевъ* устроена станція 2 класса въ Ромнахъ.

Управленіями *желѣзныхъ дорогъ* учреждены метеорологическія станціи при слѣдующихъ желѣзнодорожныхъ станціяхъ: 1 класса при ст. Котласъ Пермской желѣзной дороги и въ Гродековѣ Уссурійской желѣзной дороги, 3 класса въ Санковѣ Московско-Виндаво-Рыбинской желѣзной дороги и въ Ульянкѣ Екатерининской желѣзной дороги.

На средства *частныхъ лицъ* устроены въ 1902 г. станціи въ слѣдующихъ пунктахъ: станція 1 класса при Янковскомъ сахарномъ заводѣ (Харьковской губ.), въ Викторополѣ (Воронежской губ.) и въ Лизиновкѣ (Воронежской губ.); 2 класса въ Миловидахъ (Гродненской губ.), въ Ловцахъ (Рязанской губ.), въ м. Немерче (Подольской губ.), въ Говорахъ (Подольской губ.), въ Юльянкѣ (Волынской губ.); 3 класса въ Старомъ (Вологодской губ.), Степпе-Маріенталь (Курлянд. губ.), при Пудемскомъ заводѣ (Вятской губ.), въ Соболькахъ (Московской губ.), въ Эмильчинѣ (Волынской губ.), въ Верхнемъ Салтовѣ (Харьковской губ.), въ Кантемировкѣ (Харьковской губ.), въ Хвалынскѣ (Саратовской губ.), въ Соколкѣ (Полтавской губ.) и въ Токаревкѣ (Херсонской губ.).

Изъ числа станцій II разряда, перечисленныхъ во II части Лѣтописей 1901 г., *перестали дѣйствовать* до начала 1902 г. слѣдующія:

Станціи 1 класса: при С.-Петербургскомъ университетѣ и въ Никольскомъ-Горушкахъ.

Станціи 2 класса: Больше-Мурашкино (Нижегородской губ.), Симбирскъ, Баландино (Кіевской губ.), Константиновская (Донской обл.) и Чикишляръ (Закаспійской обл.).

Станціи 3 класса: Устьнемское, Поповъ починокъ (Вологодской губ.), Городище (Костромской губ.), Козлово (Вятской губ.), Большая Литошевка (Калужской губ.), Потапьево, Сосновка (Тамбовской губ.), Семеновка, Халанскій хуторъ (Черниговской губ.), Лохвица (Полтавской губ.), Широкій Буеракъ (Саратовской губ.), Бѣльцы (Бессарабской губ.), Стародубовка (Екатеринославской губ.), Тихменевскъ (Приморской обл.) и Лепсинскъ (Семирѣченской обл.).

Потребность въ детальномъ изученіи климатическихъ особенностей отдѣльныхъ районовъ сознается просвѣщенными земскими дѣятелями и землевладѣльцами разныхъ губерній Европейской Россіи. Кое-гдѣ приступлено уже и къ собиранію матеріала для такого изученія. Инициаторами въ этомъ дѣлѣ являются какъ земскіе дѣятели, такъ и метеорологи провинціальныхъ высшихъ учебныхъ заведеній. Наиболѣе успѣшно подвигается дѣло тамъ, гдѣ

районъ изслѣдованія заключается въ предѣлахъ одной какой-нибудь губерніи. Мы говоримъ здѣсь не о мѣстныхъ сѣтяхъ дождемѣрныхъ станцій — объ нихъ рѣчь въ другомъ мѣстѣ — а о группахъ станцій II разряда, служащихъ для болѣе полнаго изученія климата мѣстности. Тамъ, гдѣ проявляется мѣстная иниціатива, охотно приходятъ на помощь, по мѣрѣ возможности, какъ Главная Физическая Обсерваторія, такъ и разныя другія вѣдомства, и данная губернія или часть ея въ сравнительно короткое время покрывается довольно густой сѣтью станцій. Заслуживаютъ особеннаго вниманія губернскія или вообще мѣстныя сѣти станцій II разряда въ слѣдующихъ районахъ.

На *южномъ берегу Крыма*, главнымъ образомъ благодаря заботамъ мѣстныхъ метеорологовъ-любителей д-ра мед. В. Н. Дмитріева, А. Э. Кесслера и В. А. Иванова, сѣть станцій, устроенныхъ на средства правительственныхъ учрежденій, пополнилась цѣлымъ рядомъ земскихъ и частныхъ станцій. Такое участіе земствъ и частныхъ лицъ въ свою очередь побудило и правительственныя учрежденія къ дальнѣйшимъ затратамъ на климатическое изученіе этой мѣстности, въ результатѣ чего мы имѣемъ въ настоящее время довольно густую сѣть по всему южному берегу и отдѣльныя станціи по склону Яйлы до высоты въ 1180 м. надъ уровнемъ моря.

Въ *Курской* губерніи участіе въ земскихъ учрежденіяхъ такихъ энергичныхъ метеорологовъ-любителей, какъ Ѳ. П. Вангенгеймъ, И. А. Пульманъ, А. С. Балабановъ и другіе, привело къ организаціи цѣлаго ряда сельскохоз. опытныхъ полей, при которыхъ организованы и метеорологическія наблюденія. Въ настоящее время Курская губернія принадлежитъ къ наиболѣе удовлетворительно обставленнымъ метеорологическими станціями.

Въ *Полтавской* губерніи тоже не было недостатка въ просвѣщенныхъ мѣстныхъ дѣятеляхъ, интересовавшихся изученіемъ своей губерніи въ климатическомъ отношеніи: здѣсь принимали участіе въ организаціи метеорологическаго дѣла Полтавское Общество сельскаго хозяйства, его президентъ Д. К. Квитка, В. П. Кочубей, И. Д. Шкларевичъ, генералъ Ф. К. Величко, А. Ф. Русиновъ, П. И. Гриневичъ и друг. Нѣкоторые изъ нихъ, какъ напр. В. П. Кочубей и Ф. К. Величко, не останавливались передъ крупными затратами изъ своихъ средствъ на оборудованіе и содержаніе станцій.

Въ части *Кіевской* губерніи сѣть станцій II разряда пополнилась на частныя средства, благодаря иниціативѣ П. И. Броунова, въ бытность его профессоромъ университета Св. Владиміра.

Въ *Харьковской* губерніи дѣло, начатое проф. Н. Д. Пильчиковымъ, успѣшно продолжалась прив.-доц. М. П. Косачемъ; и здѣсь сѣть станцій пополняется при участіи земства и крупныхъ землевладѣльцевъ.

Въ *Воронежской* губерніи, особенно въ послѣднее время, кромѣ правительственныхъ учрежденій и земствъ, принимаютъ участіе въ содержаніи станцій представители крупнаго землевладѣнія, какъ *Ея Императорское Высочество Принцесса Евгенія Максиміліановна Ольденбургская*, Е. И. Черткова, графиня С. В. Панина, М. Г. Раевская, князь В. Н. Орловъ и друг.

Наконецъ, въ настоящее время образуется густая сѣть станцій II разряда во *Владимірской* губерніи, благодаря довольно крупному ассигнованію со стороны губернскаго земства и нѣкоторой поддержкѣ со стороны Главной Физической Обсерваторіи.

Гдѣ мѣстная сѣть станцій гуще, гдѣ, слѣдовательно, интересъ къ метеорологіи живѣе, чѣмъ въ другихъ мѣстностяхъ, тамъ сознается и необходимость въ направленіи дѣятельности сѣти на удовлетвореніе мѣстныхъ требованій. Всѣ усилія Обсерваторіи направлены къ достиженію этой цѣли; она пользуется для этого многолѣтнимъ опытомъ, свѣдѣніями, собираемыми инспекторами и другими лицами, командируемыми ею для осмотра станцій, а также своими сношеніями съ телеграфнымъ и другими вѣдомствами, оказывающими посильное содѣйствіе во всѣхъ случаяхъ, когда представляется возможность примѣнять метеорологическія наблюденія къ практическимъ цѣлямъ.

Вопросъ объ организаціи губернскихъ сѣтей уже достаточно назрѣлъ, но мы не останавливаемся здѣсь больше на немъ, такъ какъ онъ долженъ быть подробно разработанъ и подлежитъ обсужденію на Метеорологическомъ Съѣздѣ.

Составъ всей сѣти станцій II разряда Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Подробности о состояніи сѣтей Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій сообщаются въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій, здѣсь же приводимъ только число станцій, входившихъ въ составъ каждой изъ районныхъ сѣтей, и общую сумму всѣхъ станцій II разряда.

Въ 1902 г. доставляли свои наблюденія:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію или же при посредствѣ Ташкентской Обсерваторіи....	430	184	157
Въ Тифлисскую Физическую Обсерваторію.	49	21	18
Въ Екатеринбургскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію............	69	15	16
Въ Иркутскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію....................	35	28	9
Всего........	583	248	200

Такимъ образомъ, въ отчетномъ году въ составъ общей сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входили 1031 станція II разряда.

По районамъ эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Въ Европейской Россіи	377	158	157
На Кавказѣ	59	28	18
Въ Азіатской Россіи	138	59	24
Внѣ предѣловъ Россіи	9	3	1

Въ 1901 г. въ составъ общей сѣти станцій Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входило:

Станцій II разряда 1 класса	550
» II » 2 »	220
» II » 3 »	213
Всего	983

Такимъ образомъ, въ 1902 г., по сравненію съ предыдущимъ годомъ, прибавилось:

Станцій II разряда 1 класса 33 или 6%
» » 2 » 28 » 11%

Станцій же II разряда 3 класса въ 1902 г. было на 13 меньше, чѣмъ въ 1901 г., т. е. число ихъ сократилось на 6%, изъ чего видно, что нѣкоторую часть этихъ менѣе совершенныхъ наблюдательныхъ пунктовъ удалось преобразовать въ станціи высшихъ классовъ.

Списокъ лицъ, удостоенныхъ за производство наблюденій на станціяхъ II разряда Высочайшихъ наградъ или званія корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Слѣдующіе изъ корреспондентовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, которые въ теченіе многихъ лѣтъ послѣ утвержденія ихъ въ этомъ званіи продолжали вести наблюденія исправно и безъ перерывовъ, по ходатайству Обсерваторіи, удостоились получить въ отчетномъ году Высочайшія награды.

А. С. Бялыницкій — Бируля . . . . въ Новомъ Королевѣ.
А. И. Колмовскій . . . . въ Кирилловѣ.
И. А. Пульманъ . . . . въ с. Богородицкомъ.
П. Г. Третьяковъ . . . . въ Орлѣ.
Учитель Ѳ. М. Синческулъ . . . . въ Новомъ Бугѣ.

Сверхъ того, въ знакъ признательности за услуги по изслѣдованію климата Россіи, оказанныя веденіемъ наблюденій въ теченіе продолжительнаго времени и большей частью

безвозмездно на метеорологическихъ станціяхъ II разряда, Императорскою Академіею Наукъ, по моему представленію, удостоены въ 1902 году нижепоименованныя лица званія *корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи:*

Завѣдывающій статистическимъ отдѣленіемъ при управленіи Алтайскаго округа Кабинета Его Величества Д. И. Звѣревъ	въ Барнаулѣ.
Инспекторъ городского училища Ѳ. М. Кречунъ	въ Аккерманѣ.
Учитель И. В. Сохацкій	въ Александровской экономіи, Херсонской губ.
Фельдшеръ Ф. А. Рыжковъ	въ Александровскѣ, Архангельской губ.
В. А. Дуржицкій	въ Ананьевѣ.
К. Я. Пьепе	на Андобинскомъ пріискѣ.
В. А. Андреевъ	на Благовѣщенск. пріискѣ.
З. П. Балаба	въ Благодатной экономіи, Донской обл.
Завѣдывающій сельско-хоз. опытной станціей Ю. Ю. Сохоцкій	въ Бусанахъ.
Коллежскій Ассесоръ К. И. Бойченко	въ Бѣлой Церкви.
Смотритель маяка А. А. Георгъ	на Вердерѣ.
В. А. Мазановъ	въ Вольскѣ.
Ф. И. Вышинскій	въ Вондолкахъ Боровыхъ.
В. О. Аскинази	въ Двинскѣ.
Лѣсничій К. И. Юницкій	въ Деркульскомъ лѣсничес.
Учитель городского училища Д. С. Ткачевъ	въ Екатеринодарѣ.
В. С. Яковлевъ	въ Ефремовѣ.
Ф. И. Шнейдеръ	въ Жиздрѣ.
Н. П. Куринный	въ Житнегорахъ.
И. Л. Петровичъ	въ Игналинѣ.
Князь А. З. Макаевъ	въ Икальто.
Учитель педагогическаго училища Д. П. Мандаджіевъ	въ Казанлыкѣ (въ Болгар.).
Лѣсничій А. А. Черняевъ	въ Казачинскомъ.
А. А. Архиповъ	въ Калиновскомъ хуторѣ.
Агрономъ Н. П. Таратыновъ	въ Караязахъ.
И. В. Архангельскій	въ Карсунѣ.
Земскій врачъ Н. П. Троицкій	въ Козьмодемьянскѣ.
Н. А. Прокоповъ	въ Коневскомъ монастырѣ.
Старшій врачъ госпиталя П. Н. Коноваловъ	въ Красноярскѣ.
Инспекторъ гимназіи С. С. Чемолосовъ	въ Лубнахъ.

Н. М. Казариновъ	въ Магарачѣ.
Лѣсничій Г. Н. Высоцкій	въ Маріупольскомъ лѣснич.
Преподаватель гимназіи М. И. Кустовскій	въ Маріуполѣ.
А. Е. Дьячковъ	въ Марковѣ на Анадырѣ.
А. М. Березовская	въ Мартыновкѣ.
Учительница А. Ѳ. Трофимовичъ	въ Медвѣжьемъ.
Преподаватель сельско-хоз. школы М. В. Шкуновъ.	въ Нартасѣ.
Преподаватель гимназіи В. Я. Евтушенко	въ Немировѣ.
Профессоръ Института сельскаго хоз. и лѣсоводства Н. П. Мышкинъ	въ Новой Александріи.
О. Ф. Хлобыстовъ	въ Омутнинскомъ заводѣ.
Ѳ. И. Мироненко	въ Онуфріевкѣ.
Завѣдывающій опытнымъ полемъ И. Д. Колесниковъ	въ Персіановкѣ.
Директоръ опытнаго поля Ю. Ю. Соколовскій.	въ Полтавѣ.
Агрономъ В. А. Старосельскій	въ Сакарахъ.
А. Г. Обуховъ	въ Сергинѣ.
Завѣдывающій желѣзнодорожнымъ училищемъ И. В. Буяловъ	въ Синельниковѣ.
Чиновникъ особыхъ порученій при губернаторѣ А. Ѳ. Ушаровъ	въ Тобольскѣ.
Учитель двухкласснаго училища М. И. Тихомировъ	въ Троицкѣ, Пензен. губ.
М. И. Розенбергъ.	въ Угроѣдахъ.
Фельдшеръ А. Ф. Ольшевскій	въ Усольѣ.
М. Д. Папковъ.	въ Шанталовѣ.
Инженеръ путей сообщенія М. Н. Сарандинаки.	въ Ѳеодосіи.
Врачъ земской больницы І. Х. Пружанскій	въ Ѳеодосіи.

Сверхъ того утверждены Императорскою Академіею Наукъ въ званіи корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за услуги, оказанныя Обсерваторіи въ дѣлѣ изученія климата Россіи:

Л. С. Бергъ, Инспекторъ рыбныхъ промысловъ въ Туркестанскомъ краѣ и

В. П. Кочубей, учредитель метеорологическихъ станцій въ Згуровкѣ, Рециковщинѣ и Золотоношѣ (Полтавской губ.).

Б. Осмотръ метеорологическихъ станцій.

В. В. Кузнецовъ, занимавшій въ 1901 г. должность инспектора метеорологическихъ станцій, въ началѣ отчетнаго года былъ перемѣщенъ на другую должность; на его же мѣсто назначенъ Н. А. Коростелевъ.

При составленіи маршрутовъ для командировокъ мы придерживались такого же по-

рядка, какъ и раньше; намѣчены были для осмотра съ одной стороны станціи въ такихъ районахъ, гдѣ онѣ давно уже не осматривались служащими Обсерваторіи, а съ другой стороны группы станцій, хотя и расположенныхъ въ различныхъ районахъ, но преслѣдующихъ общія спеціальныя задачи.

Изъ командировокъ отчетнаго года должны быть отнесены къ порайоннымъ командировки инспектора метеорологическихъ станцій Н. А. Коростелева и физика отдѣленія ежедневнаго бюллетеня И. П. Семенова; впрочемъ послѣдняя преслѣдовала также и спеціальную задачу, о которой будетъ сказано ниже.

Н. А. Коростелевъ былъ командированъ для осмотра станцій въ слѣдующихъ районахъ: 1) между среднимъ теченіемъ Волги и рѣкой Сухоной, 2) въ районѣ Самаро-Златоустовской жел. дороги, 3) по нижнему теченію Волги и 4) на Каспійскомъ морѣ. Эта поѣздка была совершена г. Коростелевымъ съ небольшими перерывами въ періодъ съ 5 іюня по 25 октября. Кромѣ того въ маѣ г. Коростелевымъ была осмотрѣна метеорологическая станція въ Кронштадтѣ.

Такимъ образомъ въ отчетномъ году инспекторомъ были посѣщены слѣдующія станціи:

1. Кронштадтъ.
2. Тотьма.
3. Никольскъ.
4. Кологривъ (Екимцево).
5. Кострома.
6. Кинешма.
7. Шуя.
8. Нижній Новгородъ.
9. Белебеевская сельско-хоз. школа.
10. Уфа.
11. Бирскъ.
12. Ивановскій рудникъ.
13. Златоустъ.
14. Дѣдово.
15. Оренбургъ.
16. Бугульма.
17. Полибино.
18. Вольскъ.
19. Привольская.
20. Камышинъ, реальное училище.
21. Камышинъ, станція жел. дороги.
22. Царицынъ.
23. Сарепта.
24. Ахтуба.
25. Астрахань.
26. Оранжерейный промыселъ.
27. Бирючья Коса.
28. Четырехбугорный маякъ.
29. Гурьевъ.
30. Красноводскъ.
31. Чикишляръ.

Районъ, посѣщенный г. Коростелевымъ, примыкаетъ къ тѣмъ мѣстностямъ, въ которыхъ станціи были осмотрѣны В. В. Кузнецовымъ въ 1901 г. 12 изъ числа поименованныхъ станцій ранѣе ни разу еще не были осмотрѣны, остальныя же станціи послѣдній разъ были осмотрѣны отъ 5 до 14 лѣтъ тому назадъ. На 8 станцій г. Коростелевымъ были доставлены ртутные барометры, а въ 19 пунктахъ произведены связочныя нивеллировки какъ для опредѣленія высотъ вновь установленныхъ барометровъ, такъ и для провѣрки возбуждавшихъ сомнѣнія нѣкоторыхъ прежнихъ нивеллировокъ. Подъ руковод-

ствомъ г. Коростелева устроена станція на Ивановскомъ рудникѣ, на высотѣ около 900 м. надъ уровнемъ моря. Это самая высокая станція изъ всѣхъ имѣющихся на Уралѣ. Благодаря посѣщенію инспекторомъ цѣлаго ряда станцій, дѣйствовавшихъ не вполнѣ удовлетворительно, ихъ удалось преобразовать и привести въ порядокъ. Въ Оренбургѣ онъ принялъ участіе въ обсужденіи проекта относительно устройства новой первоклассной метеорологической станціи, организуемой тамъ на средства Оренбурго-Ташкентской жел. дороги.

И. П. Семеновъ былъ командированъ для осмотра станцій въ сѣверной части Таврической губерніи и нѣсколькихъ станцій въ сосѣднихъ съ нею губерніяхъ. Въ августѣ и сентябрѣ имъ были посѣщены слѣдующія станціи:

1. Гремячка, Рязанской губ.
2. Лизиновка, Воронежской губ.
3. Лозовая, Екатеринославской губ.
4. Павлоградъ, Екатеринославской губ.
5. Веселянская экономія.
6. Курманъ — Кемельчи.
7. Скадовскъ.
8. Тарханкутскій маякъ.
9. Евпаторійскій маякъ.
10. Саки.
11. Тотаикой.

(5–11: Таврической губ.)

За исключеніемъ станцій въ Лозовой и Тотаикоѣ ни одна изъ перечисленныхъ станцій не посѣщалась ранѣе служащими Обсерваторіи. Въ труднодоступные приморскіе пункты г. Семенову удалось проѣхать благодаря любезности Дирекціи маяковъ и лоціи Чернаго моря, разрѣшившей ему для этого воспользоваться рейсомъ транспорта «Ингулъ». Ртутные барометры доставлены г. Семеновымъ на 4 станціи; нивеллировки произведены на 10 станціяхъ; наиболѣе длинными, отъ 6 до 10 верстъ, оказались нивеллировки въ Гремячкѣ, Лизиновкѣ и Веселянской экономіи.

Этой поѣздкою г. Семеновъ предполагалъ, между прочимъ, воспользоваться для того, чтобы осмотрѣть приморскіе пункты Черноморскаго побережья, куда посылаются штормовыя предостереженія, и ознакомиться съ мѣстными условіями, съ которыми при организаціи службы предостереженій необходимо считаться. Эту задачу ему отчасти и удалось выполнить; имъ были посѣщены 8 приморскихъ пунктовъ.

Собиравшійся ѣхать на югъ Россіи по своему дѣлу завѣдывающій Константиновскою Обсерваторіею В. Х. Дубинскій согласился осмотрѣть попутно и нѣсколько метеорологическихъ станцій. Имъ были осмотрѣны лѣтомъ 1902 г. слѣдующіе наблюдательные пункты:

1. Плоти, Подольской губ.
2. Кишиневъ, училище виноделія.

3. Кишиневъ, реальное училище.
4. Комратъ.

Двѣ изъ этихъ станцій ранѣе ни разу не были осмотрѣны служащими Обсерваторіи. На одну станцію (Плоти) г. Дубинскимъ доставленъ новый ртутный барометръ.

По просьбѣ Главнаго Гидрографическаго Управленія я поручилъ завѣдывающему отдѣленіемъ провѣрки инструментовъ І. Б. Шукевичу въ августѣ отчетнаго года посѣтить *колонію Св. Леонида* на островѣ Куусаари (близъ Котки), гдѣ устраивалась метеорологическая станція. Г. Шукевичъ установилъ инструменты этой станціи и обучилъ наблюдателей.

Завѣдывающій отдѣленіемъ Екатеринбургской сѣти станцій А. Р. Бейеръ, командированный Екатеринбургскою Обсерваторіею для осмотра станцій въ ея районѣ, посѣтилъ также двѣ станціи, высылающія свои наблюденія непосредственно въ Главную Физическую Обсерваторію. Въ іюлѣ и въ августѣ имъ осмотрѣны, въ числѣ другихъ, станціи:

1. Троицкъ (Оренбургской губ.) и
2. Орскъ.

Въ отчетномъ году изъ общаго числа станцій, доставляющихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, были осмотрѣны 89 станцій. О произведенномъ осмотрѣ станцій въ районахъ сѣтей Екатеринбургской, Иркутской и Тифлисской обсерваторій говорится въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій; здѣсь же упомянемъ, что общее число осмотрѣнныхъ станцій II разряда всей нашей сѣти въ отчетномъ году было 130.

Для правильнаго дѣйствія сѣти былъ бы желателенъ болѣе частый осмотръ станцій, къ сожалѣнію, однако, ограниченный кредитъ на этотъ предметъ и недостатокъ личнаго состава не позволяютъ этого.

VII. Отдѣленіе станцій II разряда.

На Отдѣленіе станцій II разряда возложены не только обработка наблюденій и надзоръ за печатаніемъ ихъ въ Лѣтописяхъ Обсерваторіи, но также и работы по завѣдыванію сѣтью станцій. Эти послѣднія работы, вслѣдствіе быстраго развитія сѣти, настолько осложнились, что отнимаютъ много времени у личнаго состава Отдѣленія, лишая его возможности своевременно исполнять другія работы. Чрезмѣрное обремененіе завѣдывающихъ работами въ Отдѣленіи ведетъ къ крайне нежелательному опозданію выхода въ свѣтъ Лѣтописей Обсерваторіи и вмѣстѣ съ тѣмъ къ еще большему осложненію лежащихъ на Отдѣленіи работъ.

Сѣть станцій требуетъ все больше и больше заботъ и вниманія. Существованіе ея лишь отчасти обезпечено платою за наблюденія изъ средствъ казны; значительная часть

станцій содержится на частныя средства, а на многихъ станціяхъ наблюденія ведутся безвозмездно любителями метеорологіи, жертвующими своимъ временемъ изъ желанія принести посильную пользу наукѣ. Лица, производящія наблюденія на этихъ станціяхъ или же принимающія участіе въ содержаніи станцій, нерѣдко нуждаются въ совѣтахъ и указаніяхъ по вопросамъ, хотя и не относящимся къ ихъ наблюденіямъ, но поддерживающимъ ихъ интересъ къ послѣднимъ. Формальное и безучастное отношеніе Обсерваторіи въ такихъ случаяхъ, безъ сомнѣнія, вредно отразилось бы на дѣятельности сѣти и повело бы къ упадку послѣдней. Живая связь, существующая между Обсерваторіею и сотрудниками ея сѣти, выражающаяся въ постоянномъ съ ними общеніи при посредствѣ письменныхъ сношеній, а также при посѣщеніи станцій уполномоченными Обсерваторіею лицами и наконецъ при посѣщеніяхъ Обсерваторіи гг. учредителями станцій и наблюдателями, представляетъ необходимое условіе для обезпеченія правильной дѣятельности сѣти. Къ сожалѣнію, однако, при настоящемъ положеніи дѣла, лица, стоящія во главѣ Отдѣленія станцій II разряда, непомѣрно обремененныя служебною работою, не въ силахъ достаточно успѣшно поддерживать эту связь. Увеличенная работа по завѣдыванію станціями 2 разряда для успѣшнаго веденія этого дѣла требуетъ усиленія личнаго состава этого Отдѣленія. Теперь же завѣдующіе Отдѣленіемъ часто должны работать во внѣслужебное время и лишать себя необходимаго отдыха въ видѣ отпусковъ.

Въ отчетномъ году Отдѣленіемъ станцій II разряда *окончательно подготовлены къ печати* слѣдующіе отдѣлы Лѣтописей Обсерваторіи:

1) *II часть Лѣтописей за 1901 г. Метеорологическія наблюденія по международной системѣ станцій 2 разряда въ Россіи.* (Эта часть окончена печатаніемъ въ началѣ 1903 г.). Въ этой части Лѣтописей приведены наблюденія 560 станцій II разряда 1 класса и 236 станцій II разряда 2 и 3 класса, т. е. всего 796 станцій II разряда за 1901 г. и 7 станцій за 1900 г. Полностью помѣщены наблюденія 90 станцій за 1901 г. и одной станціи за 1900 г.

Наблюденія 7 станцій при опытныхъ лѣсничествахъ напечатаны во II части Лѣтописей 1901 г. во всей ихъ полнотѣ по желанію и на средства Лѣсного Департамента.

По сравненію съ Лѣтописями 1900 г. общее число станцій II разряда въ Лѣтописяхъ 1901 г. увеличилось на 59.

Въ той же II части Лѣтописей за 1901 г., кромѣ введенія (24 страницы) и числовыхъ таблицъ съ наблюденіями (546+326), помѣщены составленныя А. А. Каминскимъ а) обозрѣніе станцій, наблюденія которыхъ за 1901 г. напечатаны (57 стр.), и б) замѣчанія объ отдѣльныхъ станціяхъ (86 стр.). Въ обозрѣніи станцій приведены фамиліи гг. наблюдателей, географическія координаты станцій, высоты наружныхъ инструментовъ надъ поверхностью земли и поправки барометровъ, а также показано, какими данная станція снабжена приборами и гдѣ имѣется психрометрическая будка.

Въ замѣчаніяхъ о станціяхъ даны, кромѣ описанія новыхъ станцій, свѣдѣнія о перемѣнахъ въ установкѣ приборовъ, результаты ревизіи станцій и вновь опредѣленныя абсолютныя высоты барометровъ. Во французскомъ изданіи замѣчанія о станціяхъ сокращены.

Наблюденія станцій II разряда надъ осадками отпечатаны не только во второй, но и въ первой части Лѣтописей, вмѣстѣ съ наблюденіями станцій III разряда.

Въ первый разъ дана во II части Лѣтописей 1901 г. таблица (16 стр.) со свѣдѣніями о томъ, котораго числа на каждой станціи наблюдался *послѣдній морозъ* и въ какой день *послѣдній* разъ выпалъ *снѣгъ въ первомъ полугодіи* 1901 г., а также котораго числа отмѣченъ *первый морозъ* и въ какой день выпалъ *первый снѣгъ во второмъ полугодіи* того же года.

2) *Глава V въ I части Лѣтописей за 1901 г.* подъ заглавіемъ: «*Самопишущіе метеорологическіе приборы станцій II разряда*» (27 стр.). Въ этой главѣ напечатаны: а) ежемѣсячные и годовые выводы изъ ежечасныхъ данныхъ давленія воздуха по записямъ барографовъ Ришара станціи Вахтино за 1900 и 1901 гг., станцій Плоти, Сагуны и Луганскъ за 1901 г., станцій Мархотскій перевалъ и Новороссійскъ за 1898—1900 гг., б) такіе же выводы изъ результатовъ записей термографовъ Ришара станцій Плоти, Сагуны и Луганскъ за 1901 г., станціи Мархотскій перевалъ за 1898—1900 гг. и станціи Новороссійскъ за 1899 и 1900 гг., в) выводы изъ результатовъ записей анемографа Тимченко станціи Плоти за 1901 г. Во введеніи къ разсматриваемой главѣ сообщены свѣдѣнія о примѣненныхъ способахъ обработки записей, а также данныя, необходимыя для сужденія о точности самыхъ записей. Сверхъ того во введеніи дается перечень записей самопишущихъ приборовъ, доставленныхъ въ 1901 г. въ Николаевскую и подвѣдомственныя ей обсерваторіи.

3) *Глава VI* той же *I части Лѣтописей за 1901 г.* подъ заглавіемъ: «*Наблюденія надъ солнечнымъ сіяніемъ и перечень наблюденій надъ температурою поверхности земли, температурою почвы и испареніемъ, произведенныхъ на станціяхъ II разряда въ 1901 г.*». (25+135 стр.). Въ этой главѣ помѣщены наблюденія надъ продолжительностью солнечнаго сіянія, произведенныя помощью геліографовъ на 136 станціяхъ въ 1901 г., на одной станціи въ 1898 г., на 3 станціяхъ въ 1899 г. и на 5 станціяхъ въ 1900 г.

4) *Прибавленіе къ Лѣтописямъ за 1900 г. Метеорологическія наблюденія станцій 2 разряда вокругъ озера Байкала и результаты записей барографовъ и термографовъ тѣхъ же станцій за 1899 и 1900 г.* (15+131 стр.). Это прибавленіе къ Лѣтописямъ напечатано на средства, отпущенныя Комитетомъ Сибирской желѣзной дороги. Въ немъ помѣщены а) полностью наблюденія, произведенныя въ 3 срока на 8 станціяхъ въ 1899 г. и на 10 станціяхъ въ 1900 г., б) ежечасныя данныя температуры за каждый день по записямъ термографовъ для станціи Голоустное за 1899 и 1900 гг. и для станціи Верхняя Мишиха съ іюля 1899 г. до конца 1900 г., в) выводы изъ результатовъ обработки записей барографовъ и термографовъ за 1899 и 1900 гг. для станцій Голоустное, Лиственичное, Верхняя Мишиха и Мысовая. Во введеніи къ этому изданію сообщены свѣдѣнія о станціяхъ, ихъ приборахъ и о примѣненныхъ способахъ обработки записей. Вычисленія для этого изданія были сдѣланы въ Иркутской Обсерваторіи и провѣрены въ Отдѣленіи станцій 2 разряда, гдѣ и были окончательно подготовлены вошедшіе сюда матеріалы.

А. Личный составъ отдѣленія станцій II разряда.

Работами Отдѣленія станцій II разряда, какъ и раньше, завѣдывали Р. Р. Бергманъ и А. А. Каминскій. Между ними работы были распредѣлены слѣдующимъ образомъ: г. Каминскій завѣдывалъ обработкою и изданіемъ основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и обработкою записей нѣкоторыхъ самоотмѣчающихъ приборовъ станцій II разряда какъ за 1901 г., такъ и за 1902 г.; онъ велъ также переписку относительно этихъ наблюденій и относительно устройства новыхъ станцій; сверхъ того ему были поручены работы общаго характера по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда. Р. Р. Бергманъ завѣдывалъ обработкою основныхъ наблюденій станцій II разряда за отчетный годъ и велъ переписку относительно этихъ наблюденій.

Физикомъ Отдѣленія состоялъ Е. В. Мальченко, а должности адъюнктовъ занимали В. М. Недзвѣдзкій весь годъ — и П. Э. Штеллингъ — съ 1 мая. Послѣдній до 1 мая работалъ по вольному найму.

Штатными вычислителями въ теченіе всего отчетнаго года состояли Н. С. Изюмовъ, А. А. Клохъ, Е. Н. Корвинъ-Коссаковскій и Ф. І. Пашинскій. Съ 1 марта на такую же должность назначенъ М. П. Семенниковъ.

Въ качествѣ вольнонаемныхъ вычислителей работали въ Отдѣленіи въ теченіе всего года слѣдующія лица: г-жа Б. Ф. Гофманъ, г-жа А. В. Ниландеръ, К. К. Буга, г-жа А. К. Приходко, В. А. Эттингеръ, А. Н. Желтухинъ, О. А. Шолковская, Л. В. Львова, Ф. Е. Матвѣевъ, Ф. Л. Безенкинъ, г-жа Д. Ф. Пуцъ и П. А. Сонгайло. Н. Д. Тисфельдъ занимался въ Отдѣленіи станцій II разряда $^2/_3$ рабочаго времени въ каждомъ мѣсяцѣ, въ остальное же время онъ работалъ въ отдѣленіи Ежемѣсячнаго бюллетеня.

Сверхъ того въ отдѣленіи, тоже за плату, занимались вычисленіями слѣдующія лица:

К. Ф. Левандовскій	съ января по мартъ,
В. З. Конарскій	съ 1 января по 6 ноября,
М. А. Шолковская	съ января по мартъ и съ 27 апр. по декабрь,
Н. Н. Малышевъ	съ 4 февраля до 2 апрѣля,
Н. А. Глембоцкій	съ марта по іюль и съ сент. по дек.
А. Н. Бурцовъ	съ 21 мая до конца года,
г. Кузнецовъ	съ 3 іюля по 5 ноября по 3 часа въ день.

Наиболѣе опытные вычислители работали за особую плату также и по вечерамъ, причемъ эти вечернія занятія въ общей сложности составили 2435 рабочихъ часовъ, что приближенно соотвѣтствуетъ работѣ 1 вычислителя въ теченіе года и еще одного вычислителя въ теченіе $6^1/_2$ мѣсяцевъ.

Такимъ образомъ въ отчетномъ году въ Отдѣленіи занимались среднимъ числомъ 19 вычислителей въ теченіе 8 мѣсяцевъ и 21 въ теченіе 4 мѣсяцевъ.

Знакомились съ вычисленіями въ разное время, недѣли по двѣ, А. Н. Бурцовъ и Н. А. Глембоцкій.

Отпускомъ пользовались въ отчетномъ году: Е. В. Мальченко съ 21 іюня по 20 августа, А. А. Клохъ съ 27 мая по 27 іюля, А. В. Ниландеръ съ 21 іюня по 21 іюля и В. З. Конарскій съ 7 октября по 6 ноября.

По причинѣ тяжкой болѣзни не работали К. Ф. Левандовскій съ 14 января по 31 марта и Н. Д. Тисфельдъ съ 27 мая по 16 августа.

Б. Работы по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда.

Отдѣленіе, попрежнему, заботилось о правильной постановкѣ наблюденій, какъ на дѣйствующихъ уже, такъ и на вновь устраиваемыхъ станціяхъ II разряда. Оно отвѣчало на всякаго рода запросы со стороны сотрудниковъ сѣти станцій II разряда, касающіеся производства наблюденій и установки инструментовъ, и со своей стороны обращалось къ гг. наблюдателямъ за разъясненіями, если при контролѣ ихъ наблюденій встрѣчались недоразумѣнія. Въ случаѣ отказа кого-либо изъ гг. наблюдателей отъ дальнѣйшаго производства наблюденій, отдѣленіе обращается къ заинтересованнымъ сохраненіемъ данной станціи учрежденіямъ и лицамъ съ просьбою о прінсканіи другого лица, которое бы согласилось продолжать наблюденія. Оно заботится также о своевременномъ поступленіи журналовъ наблюденій.

Въ случаѣ открытія новой станціи или перемѣщенія уже находившейся въ дѣйствіи, по просьбѣ Обсерваторіи, отдѣленію доставляются гг. наблюдателями описанія установки инструментовъ; эти описанія разсматриваются въ отдѣленіи, по возможности, тотчасъ же по полученіи ихъ, и затѣмъ, на основаніи этихъ описаній и доставленныхъ Обсерваторіи наблюденій, дѣлаются, въ случаѣ надобности, указанія гг. наблюдателямъ о желательныхъ улучшеніяхъ, или запрашиваются отъ нихъ дополнительныя свѣдѣнія.

На отдѣленіи лежитъ, между прочимъ, и забота о возможно точномъ опредѣленіи абсолютныхъ высотъ станцій, при чемъ оно обращается къ содѣйствію какъ наблюдателей, такъ и другихъ лицъ и разныхъ учрежденій и сообщаетъ лицамъ, любезно изъявляющимъ готовность произвести нивеллировку, съ какою точкою слѣдуетъ связать барометръ данной станціи.

Благодаря любезности управленій желѣзныхъ дорогъ, отдѣленію удалось собрать коллекцію профилей почти всѣхъ построенныхъ дорогъ, которая продолжаетъ пополняться. Этими профилями мы часто пользуемся для опредѣленія абсолютныхъ высотъ станцій.

Переписка по всѣмъ перечисленнымъ вопросамъ велась завѣдывающими работами, Р. Р. Бергманомъ и А. А. Каминскимъ, отчасти при помощи физика и одного изъ адъюнктовъ. Имъ было передано на разсмотрѣніе и для отвѣта свыше 2800 входящихъ бумагъ, относящихся къ основнымъ наблюденіямъ станцій II разряда за 1902 г. Гг. завѣдывающими лично, или при ихъ участіи, написано 2236 отношеній соотвѣтственнаго содержанія.

Въ отдѣленіи ведутся каталоги дѣйствующихъ станцій (карточный, въ которомъ станціи расположены въ алфавитномъ порядкѣ, и въ особыхъ тетрадяхъ, гдѣ станціи сгруппированы по губерніямъ) и списки пунктовъ, гдѣ предположено открыть станціи, а кромѣ того для каждой станціи имѣется тетрадь со спискомъ ея инструментовъ и со свѣдѣніями о поправкахъ послѣднихъ. Современное распредѣленіе станцій представлено на картахъ (булавками). Отдѣленіе собираетъ также виды станцій и ихъ окрестностей; эти виды хранятся въ особыхъ альбомахъ.

Пополненіе перечисленныхъ каталоговъ и тетрадей со списками инструментовъ и свѣдѣніями о поправкахъ послѣднихъ было поручено В. М. Недзвѣдскому и Н. С. Изюмову подъ руководствомъ завѣдывающихъ.

А. А. Каминскій давалъ объясненія и сообщалъ требуемыя свѣдѣнія наблюдателямъ и другимъ лицамъ, обращавшимся лично въ Обсерваторію за совѣтами относительно организаціи или обработки наблюденій. Въ отчетномъ году были даны словесныя объясненія 93 лицамъ.

Отдѣленіе выдавало испрашиваемыя свѣдѣнія о результатахъ наблюденій 1901 и 1902 гг., равно какъ и списки существующихъ метеорологическихъ станцій II разряда въ разныхъ частяхъ Имперіи, отвѣчая на соотвѣтствующіе запросы разныхъ вѣдомствъ и частныхъ лицъ. При этомъ сдѣлано въ отдѣленіи 27 болѣе или менѣе значительныхъ выписокъ.

Въ отдѣленіи, подъ руководствомъ А. А. Каминскаго, знакомились съ обработкою наблюденій П. А. Павловъ, назначенный завѣдывающимъ метеорологическими станціями Китайской Восточной жел. дороги—около мѣсяца, Я. П. Климовъ, готовившійся занять мѣсто наблюдателя станціи на Мархотскомъ перевалѣ, — недѣли двѣ, завѣдывающій Елисаветградскою станціею П. П. Ефимовъ, завѣдывающій Пекинскою станціею А. П. Свердловъ, С. И. Швецовъ, завѣдывающая метеорологическою станціею въ Новороссійскѣ А. П. Преображенская и ея помощница.

Подъ моей редакціей отпечатано въ отчетномъ году одобренное Академіею новое изданіе «*Инструкціи, данной Императорскою Академіею Наукъ въ руководство метеорологическимъ станціямъ II разряда 1 класса*». А. А. Каминскій помогалъ мнѣ надзирать за печатаніемъ этой инструкціи; имъ же совмѣстно съ І. Б. Шукевичемъ, по моему порученію, составлено помѣщенное въ этомъ новомъ изданіи наставленіе къ производству наблюденій помощью психрометра Ассмана и переработана глава о гипсотермометрѣ.

А. А. Каминскій имѣлъ также надзоръ за печатаніемъ тетрадей и бланковъ для записи наблюденій.

Выработать маршруты для лицъ, которыхъ предполагалось командировать для осмотра станцій, я тоже поручилъ г. Каминскому. Записки о состояніи намѣченныхъ къ осмотру 60 станцій были составлены имъ же совмѣстно съ Р. Р. Бергманомъ.

А. А. Каминскій въ качествѣ представителя Обсерваторіи участвовалъ во 2-омъ Съѣздѣ дѣятелей по сельско-хозяйственному опытному дѣлу и въ совѣщаніи завѣдывающихъ

опытными лѣсничествами Лѣсного Департамента и ихъ метеоролога (въ декабрѣ). Онъ принималъ также участіе въ образованныхъ при Обсерваторіи комиссіяхъ ливневой и по усовершенствованію системы штормовыхъ предостереженій.

Какъ и въ предыдущемъ году, г. Каминскій исполнялъ обязанности секретаря состоящей при Русскомъ Обществѣ охраненія народнаго здравія Метеорологической Комиссіи. Въ одномъ изъ засѣданій названнаго Общества онъ сдѣлалъ сообщеніе подъ заглавіемъ: «*Обзоръ дѣятельности Комиссіи по организаціи метеорологическихъ наблюденій на отечественныхъ курортахъ, состоящей при V отдѣленіи Р. О. о. н. з.*» (Журналъ Р. Общ. охр. нар. здравія. 1902 г.).

Подъ руководствомъ г. Каминскаго производилась обработка метеорологическихъ наблюденій Тибетской экспедиціи Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, снаряженной подъ начальствомъ П. К. Козлова.

B. Окончательная обработка и подготовленіе къ печати основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и наблюденій прибайкальскихъ станцій за 1899 и 1900 гг.

Работами по подготовленію къ печати основныхъ срочныхъ наблюденій за 1901 г. руководилъ А. А. Каминскій; онъ же надзиралъ за печатаніемъ ихъ во II части Лѣтописей за 1901 г. Ему была также поручена окончательная редакція наблюденій станцій вокругъ оз. Байкала за 1899 и 1900 гг., напечатанныхъ въ Прибавленіи къ Лѣтописямъ за 1900 г. Провѣрять наблюденія и руководить вычисленіями, а также вести переписку помогали ему съ января по сентябрь Е. В. Мальченко и П. Э. Штеллингъ, изъ которыхъ первый съ 21 іюня по 20 августа находился въ отпуску. Разнаго рода справки и выписки, необходимыя при составленіи введенія къ напечатаннымъ въ Лѣтописяхъ наблюденіямъ, поручались В. М. Недзвѣдскому и А. Н. Бурцову, на которыхъ впрочемъ лежали и другія обязанности.

Вычисленіемъ наблюденій за 1901 г., корректурою числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей 1901 г. и нѣкоторыми другими работами для той же части Лѣтописей занимались среднимъ числомъ 14 вычислителей въ теченіе 9 мѣсяцевъ, а работами по изданію наблюденій прибайкальскихъ станцій 3 вычислителя въ теченіе 5 мѣсяцевъ.

Одинъ вычислитель занимался регистраціей поступавшихъ журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и дополнительныхъ наблюденій тѣхъ же станцій, а также выдачей въ другія отдѣленія наблюденій 1901 г. и выписками изъ этихъ наблюденій на предметъ выдачи справокъ разнымъ учрежденіямъ и лицамъ.

Въ отчетномъ году, въ дополненіе къ доставленнымъ въ 1901 г., получены 1016 журналовъ наблюденій со станцій II разряда. Сверхъ того прислано 226 мѣсячныхъ журналовъ съ наблюденіями за прежніе годы (до 1901 г.). Всего мѣсячныхъ журналовъ съ наблюденіями за 1901 г. непосредственно въ Николаевскую Обсерваторію доставлено 7986 (за 1900 г. — 7774), а именно:

4625 (въ 1900 г. было 4311) со станцій II разряда 1 класса,
1806 (въ 1900 г. было 1899) со станцій II разряда 2 класса,
1555 (въ 1900 г. было 1564) со станцій II разряда 3 класса.

Всѣ поступавшія наблюденія подвергались контролю, состоявшему въ томъ, что ходъ отдѣльныхъ метеорологическихъ элементовъ сравнивался съ ходомъ этихъ элементовъ на сосѣднихъ станціяхъ, а въ сомнительныхъ случаяхъ наблюденія провѣрялись помощью синоптическихъ картъ ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

Для значительной части станцій мѣсячныя таблицы наблюденій по записямъ въ книжкахъ вычисляются въ отдѣленіи станцій II разряда, доставленныя же со станцій таблицы, наравнѣ съ составленными въ отдѣленіи, провѣряются еще, насколько оказывается необходимымъ, по оригинальнымъ записямъ въ книжкахъ, послѣ чего производится контроль вычисленныхъ среднихъ величинъ.

Вычислителями отдѣленія по этому отдѣлу исполнены слѣдующія работы:

	Для станцій 1 класса.		Для станцій 2 и 3 классовъ.	
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ за 1901 г. .	483	въ 1901 г. за 1900 г. 552	477	въ 1901 г. за 1900 г. 355
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ за тотъ же годъ . . .	1408	въ 1901 г. за 1900 г. 1874	1254	въ 1901 г. за 1900 г. 1416

Сверхъ того вычислены и провѣрены наблюденія надъ осадками для 106 станцій, остальныя наблюденія которыхъ не изданы. Данныя объ осадкахъ для этихъ станцій помѣщены въ соотвѣтственномъ отдѣлѣ I части Лѣтописей 1901 г.

Продержана по 2 раза корректура 156 полулистовъ числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей за 1901 г.

Провѣрены вычисленія въ таблицахъ, напечатанныхъ въ Прибавленіи къ Лѣтописямъ 1900 г., и продержана по два раза корректура 32 полулистовъ числовыхъ таблицъ этого изданія.

Обработка наблюденій 1901 г. была *закончена въ срединѣ сентября 1902 г.* По причинамъ выше указаннымъ, а также вслѣдствіе того, что типографія Императорской Академіи Наукъ не могла обратить достаточно силъ на печатаніе изданій Обсерваторіи, II часть Лѣтописей 1901 г. не могла быть выпущена въ свѣтъ ранѣе весны 1903 г. Прибавленіе къ Лѣтописямъ 1900 г. окончено печатаніемъ въ декабрѣ 1902 г.

Г. Собираніе, контроль и вычисленіе основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г.

Собираніемъ, контролемъ и вычисленіемъ наблюденій по основной серіи приборовъ станцій II разряда за 1902 г. завѣдывалъ Р. Р. Бергманъ; онъ велъ также и соотвѣтственную переписку. Съ половины сентября до конца года ему помогали контролировать наблюденія и завѣдывать вычисленіями, а отчасти и вести переписку Е. В. Мальченко и П. Э. Штеллингъ.

Адъюнкты В. М. Недзвѣдзкій и Н. С. Изюмовъ между прочимъ вели вышеупомянутые списки станцій и инструментовъ, вычисляли новыя поправки термометровъ послѣ ревизіи данной станціи и опредѣляли географическія координаты новыхъ станцій. Они же вели выше упомянутые каталоги, какъ дѣйствующихъ, такъ и вновь учреждаемыхъ станцій, и пополняли карты распредѣленія ихъ, согласно съ полученными въ разное время соотвѣтственными свѣдѣніями. В. З. Конарскій до октября и К. К. Буга съ октября до конца года занимались регистраціею журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г., а также выдачею въ другія отдѣленія наблюденій 1902 г. и выписками изъ этихъ наблюденій для выдачи справокъ разнымъ учрежденіямъ и лицамъ.

Вычисленіемъ основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г. были заняты среднимъ числомъ 5 вычислителей весь годъ и одинъ вычислитель полгода.

Въ теченіе отчетнаго года доставлено въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію 7528 мѣсячныхъ журналовъ наблюденій со станцій II разряда за 1902 г., а именно:

4346 со станцій II разряда 1 класса,
1815 со станцій II разряда 2 класса,
1367 со станцій II разряда 3 класса.

Наблюденія за отчетный годъ провѣрялись и вычислялись совершенно такимъ же образомъ, какъ и наблюденія за 1901 г. (см. выше). Вычислителями исполнены подъ руководствомъ Р. Р. Бергмана слѣдующія работы:

	Для станцій 1 класса.	Для станцій 2 и 3 классовъ.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюденій за 1902 г.	587 { въ 1901 г. за 1901 г. 821 }	182 { въ 1901 г. за 1901 г. 382 }
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюденій за тотъ же годъ	1676 { въ 1901 г. за 1901 г. 2959 }	654 { въ 1901 г. за 1901 г. 1267 }

Печатаніе французскаго текста II части Лѣтописей 1900 г. и чтеніе соотвѣтственныхъ корректуръ были закончены лишь въ маѣ 1902 г. Приступить къ печатанію фран-

цузскаго текста тотчасъ по окончаніи печатанія русскаго изданія Лѣтописей 1900 г. мы не могли, такъ какъ соотвѣтствующій кредитъ 1901 г. тогда былъ уже исчерпанъ.

Для состоящей при Императорской Академіи Наукъ сейсмической комиссіи въ отдѣленіи, подъ руководствомъ г. Бергмана, выписаны изъ журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г. свѣдѣнія о землетрясеніяхъ.

Д. Собираніе дополнительныхъ наблюденій и обработка записей самопишущихъ приборовъ станцій II разряда.

Этими работами, какъ и раньше, завѣдывалъ А. А. Каминскій.

Наблюденія надъ *продолжительностью солнечнаго сіянія* провѣрялъ, подъ руководствомъ г. Каминскаго, В. М. Недзвѣдзкій.

Обработкою записей геліографовъ за 1901 г. занимались 3 вычислителя 6 мѣсяцевъ. Такъ какъ въ 1901 г. къ вычисленію этихъ записей отдѣленіемъ было приступлено лишь въ декабрѣ, то почти весь использованный нами въ VI главѣ I части Лѣтописей 1901 г. соотвѣтственный матеріалъ пришлось обработать въ отчетномъ году.

Вычисленіемъ продолжительности солнечнаго сіянія по записямъ геліографовъ за 1902 г. были заняты два вычислителя въ теченіе двухъ мѣсяцевъ. Вычислено 127 таблицъ солнечнаго сіянія за этотъ годъ и провѣрено 312 такихъ же таблицъ.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію записи геліографовъ съ 121 станціи.

На нѣкоторыхъ станціяхъ II разряда, кромѣ геліографовъ, имѣются также и другіе *самопишущіе приборы*, записи которыхъ доставляются въ Обсерваторію. За 1902 г. въ Николаевской Обсерваторіи получены записи:

барографовъ . . .	съ	32	станцій,
термографовъ . .	»	32	»
гигрографовъ . .	»	14	»
анемографовъ . .	»	3	»
омбрографовъ . .	»	2	»
атмографа	»	1	»
лимниграфа. . . .	»	1	»

Въ эти числа не вошли станціи, съ которыхъ записи самоотмѣчающихъ приборовъ доставляются въ Екатеринбургскую, Иркутскую и Тифлисскую обсерваторіи.

На нѣсколькихъ станціяхъ обработка записей самопишущихъ приборовъ производится учредителями этихъ станцій или завѣдывающими ими, большей частью безъ всякаго за то вознагражденія, лишь изъ желанія принести посильную пользу наукѣ. Съ глубокой благодарностью за ихъ трудъ на пользу нашей науки ниже перечисляю гг. корреспондентовъ Об-

серваторіи, доставлявшихъ ей въ отчетномъ году результаты записей самопишущихъ приборовъ безъ всякаго за то вознагражденія:

Фамиліи гг. корреспондентовъ.	Названія станцій, гдѣ дѣйствовали приборы.	Записи какихъ именно приборовъ.
А. С. Бялыницкій-Бируля.	Новое Королево (Витебской губ.).	Барографа и термографа.
Капитанъ С. С. Соколовъ	Тула.	Барографа, термографа и гигрографа.
Князь П. П. Трубецкой	Плоти (Подольской губ.).	Барографа, термографа и анемографа.
С. С. Чемолосовъ и ученики Лубенской гимназіи	Лубны.	Барографа, термографа, гигрографа, анемографа и омбрографа.
Г. А. Яковлевъ	Сагуны (Воронежской губ.).	Барографа, термографа и гигрографа.

По предложенію тѣхъ вѣдомствъ, на средства которыхъ содержатся станціи Айпетринская, Мархотская и Новороссійская, гг. наблюдателями этихъ станцій произведена обработка слѣдующихъ записей за 1902 г.

Названіе станціи.	Записи какихъ именно приборовъ.	За какіе мѣсяцы 1902 г.
Ай-Петри	Барографа и термографа.	Ноябрь и декабрь.
Мархотскій перевалъ	Барографа, термографа, гигрографа и анемографа.	Съ мая по декабрь.
Новороссійскъ. Портъ . . .	Анемографа.	Съ января по декабрь.

Въ отчетномъ году въ отдѣленіи станцій II разряда произведена обработка записей барографа и термографа Мархотской станціи и барографа Новороссійской станціи за 1898—1900 гг. и термографа Новороссійской станціи за 1899 и 1900 гг. Сверхъ того провѣрена обработка записей одного барографа за 1900 г., 5 барографовъ за 1901 г., 5 термографовъ за 1901 г. и одного анемографа за тотъ же годъ.

Руководить этими работами помогалъ А. А. Каминскому адъюнктъ В. М. Недзвѣдзкій. Вычисленія дѣлали 3 вычислителя въ теченіе 3 мѣсяцевъ и 2 вычислителя въ теченіе 9 мѣсяцевъ.

Отдѣленіе разсматривало получаемыя имъ записи и заботилось объ устраненіи замѣчаемыхъ въ нихъ недостатковъ, зависящихъ отъ неправильнаго ухода за приборами или отъ другихъ причинъ. Оно, попрежнему, давало также указанія относительно обработки записей лицамъ, желающимъ заняться этой работою.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію слѣдующія дополнительныя наблюденія станцій II разряда:

надъ *температурою поверхности земли*	съ	214	станцій,
надъ *температурою почвы на разныхъ глубинахъ* .	»	131	»
надъ *испареніемъ* воды въ тѣни.............	»	133	»
надъ *видомъ и движеніемъ облаковъ* въ 3 срока...	»	198	»

На 2 станціяхъ облака наблюдались ежечасно съ утра до вечера. Помощью *нефоскопа* Фппемана наблюденія дѣлались на 7 станціяхъ (Кирилловъ, Котлованъ, Муромъ, Нижне-Ольховая Поздѣевка, Сагуны, Уфа и Херсонъ).

VIII. Отдѣленіе станцій III разряда.

Работами въ отдѣленіи станцій III разряда руководилъ въ отчетномъ году, попрежнему, завѣдывающій отдѣленіемъ Э. Ю. Бергъ.

Обязанности физика исполнялъ Н. П. Комовъ, адъюнкта А. И. Гарнакъ.

Постоянными вычислителями состояли М. Н. Сырейщиковъ и П. А. Максимова.

Кромѣ того, для сохраненія нормальнаго хода работъ въ отдѣленіи, оказалось необходимымъ исполнять часть текущихъ, спѣшныхъ работъ въ неслужебное время за особую плату; въ этихъ экстренныхъ работахъ принимали участіе почти всѣ служащіе въ отдѣленіи и временно были приглашены г. М. Умаровъ и г-жа А. Гарнакъ. Въ общей сложности экстренныя занятія составили 1542 рабочихъ часа, что приближенно соотвѣтствуетъ *полугодовой работѣ* 1 физика и 1 вычислителя.

Отпускомъ пользовались: Э. Ю. Бергъ на 2 мѣсяца, вслѣдствіе болѣзни, Н. П. Комовъ, А. И. Гарнакъ и П. М. Максимова на 1 мѣсяцъ.

Занятія въ отдѣленіи состояли, попрежнему:

1) въ завѣдываніи сѣтью метеорологическихъ станцій III разряда;

2) въ обработкѣ и изданіи наблюденій надъ осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ станцій II и III разряда и въ исполненіи другихъ научныхъ работъ;

3) въ административныхъ и канцелярскихъ работахъ, исполняемыхъ помимо общей канцеляріи, и въ выдачѣ различныхъ справокъ.

По примѣру предшествующихъ лѣтъ мы приводимъ здѣсь нѣкоторыя свѣдѣнія, характеризующія размѣры входящей и исходящей почты и поступившаго въ отдѣленіе станцій III разряда матеріала наблюденій въ теченіе 1902 года:

Число входящихъ пакетовъ и посылокъ		11891
въ нихъ заключалось:	1) входящихъ бумагъ.............	2331
	2) дождемѣрныхъ мѣсячныхъ таблицъ...	8421
	3) грозовыхъ мѣсячныхъ таблицъ.....	5746
	4) снѣгомѣрныхъ мѣсячныхъ таблицъ ...	7793
	5) свѣдѣній о вскрытіи и замерзаніи водъ	4842

Число исходящихъ пакетовъ и посылокъ 6954
въ нихъ заключалось: 1) исходящихъ бумагъ 2141
2) инструкцій, запасовъ таблицъ и конвертовъ, выводовъ изъ наблюденій за 1901 г. и пр. 5238

1) Сѣть метеорологическихъ станцій, производящихъ наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ (и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ).

Число станцій II и III разрядовъ въ предѣлахъ Россійской Имперіи, выславшихъ въ 1902 году вышеозначенныя наблюденія Николаевской Главной Физической Обсерваторіи и подвѣдомственнымъ ей филіальнымъ Обсерваторіямъ, было слѣдующее:

	Станціи, выславшія наблюденія надъ:		
	осадками.	грозами.	снѣжн. покровомъ.
Въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію	1547	1102	1320
» Тифлисскую Физическую Обсерваторію	205	74	129
» Екатеринбургскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	282	180	244
» Иркутскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	96	53	70
Всего	2130	1409	1763

Эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	дождемѣрныя.	грозовыя.	снѣгомѣрныя.
Европейская Россія	1553	1105	1356
Кавказъ	220	86	138
Азіатская Россія	357	218	269

Общее число станцій III разряда въ 1902 году въ предѣлахъ Россійской Имперіи равняется 1505, въ томъ числѣ 1103 дождемѣрныя; остальныя 402 станціи доставляли только наблюденія надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ (и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ).

Въ числѣ дождемѣрныхъ станцій, выславшихъ наблюденія за 1902 годъ, находилось 208 станцій, принадлежащихъ слѣдующимъ частнымъ мѣстнымъ сѣтямъ:

	Число станцій.
1) Сѣть Императорскаго Лифляндскаго Экономическаго Общества	39
2) Сѣть Уральскаго Общества Любителей Естествознанія	52
3) Сѣть Юго-Запада Россіи	15

		Число станцій.
4)	Приднѣпровская Сѣть	9
5)	Сѣть Востока Россіи	4
6)	Сѣть Полтавскаго губернскаго Земства (и Константиноградскаго уѣзд. земства)	38
7)	Финляндская Сѣть	13
8)	Сѣть Главнаго Управленія Алтайскаго Округа	38

Подробныя свѣдѣнія о состояніи сѣтей станцій, подвѣдомственныхъ филіальнымъ Обсерваторіямъ, сообщены въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ этихъ Обсерваторій.

Что касается до сѣти станцій III разряда, подвѣдомственныхъ непосредственно Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, то слѣдуетъ замѣтить, что въ отчетномъ году на средства Обсерваторіи были устроены 41 дождемѣрная станція въ слѣдующихъ пунктахъ:

Велико-Кракотское (Гродненск. губ.).
Трехсвятское (Костромск. губ.).
Сараево (Вологодск. губ.).
Солово (Смоленск. губ.).
Репетекъ (Закаспійск. обл.).
Серахсъ (Закаспійск. обл.).
Владимірское (Смоленск. губ.).
Юрбургъ (Ковенск. губ.).
Гофнунгсталь (Херсонск. губ.).
Себежъ (Витебск. губ.).
Воткинскій заводъ (Вятск. губ).
Курситенъ (Курляндск. губ.).
Славяносербскъ (Екатеринославск. губ.).
Вочъ (Вологодск. губ.).
Павловскій посадъ (Московск. губ.).
Мильча (Минск. губ.).
Черный Яръ (Астраханск. губ.).
Цивильскъ (Казанск. губ.).
Купель (Волынск. губ.).
Поцѣлуево (Псковск. губ.).
Мозырь (Минск. губ.).
Успенское (Приморск. обл.).
Гдовъ (С.-Петербургск. губ.).
Сербино (С.-Петербургск. губ.).
Верхняя Добрянка (Саратовск. губ.).
Высоцкъ (Волынск. губ.).
Охотничій (Семирѣченск. обл.).
Волоколамскъ (Московск. губ.).
Пижанка (Вятск. губ.).
Кочетовская (Донск. обл.).
Верхняя Тойма (Вологодск. губ.).
Карача (Уральск. обл.).
Жилая Коса (Уральск. обл.).
Шаболиново (Черниговск. губ.).
Городея (Минск. губ.).
Каргинъ (Донск. обл.).
Кокшага (Вятск. губ.).
Кузьминъ (Подольск. губ.).
Пыздри (Калишск. губ.).
Тиксненскій погостъ (Вологодск. губ.).
Устрѣка (Новгородск. губ.).

Пользуясь дождемѣрами, полученными обратно отъ станцій, прекратившихъ дѣйствіе, Обсерваторія открыла еще новыя станціи въ слѣдующихъ 5 пунктахъ:

Фаустовскій Шлюзъ (Московск. губ.).
Холуницкій заводъ (Вятск. губ.)
Большая Субботиха (Вятск. губ.).
Новый Терисъ (Самарск. губ.).
Жеребецъ (Екатеринославск. губ.).

Въ отчетномъ году отдѣленіе получило заявленія о желаніи производить метеорологическія наблюденія еще отъ 53 лицъ, которымъ однако не могли быть высланы дождемѣры потому, что по близости уже имѣлись дождемѣрныя станціи. Обсерваторія предложила 42 изъ этихъ лицъ производить наблюденія надъ грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, не требующія особыхъ приборовъ. Остальнымъ лицамъ было сообщено, что Обсерваторія охотно будетъ имѣть ихъ въ виду въ томъ случаѣ, если станціи, дѣйствующія уже въ предлагаемыхъ пунктахъ или же вблизи ихъ, прекратятъ производство наблюденій.

Для ремонта поврежденныхъ дождемѣровъ на средства Обсерваторіи было разослано 13 дѣйствующимъ станціямъ 14 дождемѣрныхъ сосудовъ, 9 воронкообразныхъ щитовъ и 10 измѣрительныхъ стакановъ.

Изъ 35 станцій III разряда Обсерваторія получила обратно въ теченіе отчетнаго года 56 дождемѣрныхъ сосудовъ, 15 воронкообразныхъ щитовъ и 18 измѣрительныхъ стакановъ.

Изъ нихъ оказались негодными для дальнѣйшаго употребленія 17 дождемѣрныхъ сосудовъ, 4 воронкообразныхъ щита и 1 измѣрительный стаканъ.

Изъ числа остальныхъ дождемѣровъ, возвращенныхъ въ 1902 году, отчасти же и въ 1901 году, Обсерваторія воспользовалась 41 сосудомъ, 9 щитами и 21 стаканомъ для замѣны поврежденныхъ дождемѣровъ на 24 станціяхъ III разряда, дѣйствовавшихъ въ отчетномъ году, а также для устройства вышеупомянутыхъ 5 новыхъ дождемѣрныхъ станцій.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что изъ 32 дождемѣрныхъ станцій, прекратившихъ производство наблюденій въ 1902 году, отчасти же и въ 1901 году, не получены обратно высланные на счетъ Обсерваторіи дождемѣры, несмотря на неоднократныя просьбы со стороны Обсерваторіи, въ виду чего эти 33 пары дождемѣровъ пока нужно считать потерянными; эти станціи слѣдующія:

Анненково (Симбирск. губ.).
Апушка (Тамбовск. губ.).
Брянскъ (Орловск. губ.).
Демиха (Костромск. губ.).
Долгое (Новгородск. губ.).
Дубки (Владимірск. губ.).
Заинскъ (Уфимск. губ.).
Зубовъ (Вологодск. губ.).
Иловна (Ярославск. губ.).
Камышное (Курск. губ.).
Карлсгофъ (Лифляндск. губ.).
Кацбахъ (Оренбургск. губ.).
Кашары (Донск. обл.).
Княжинскій поселокъ (Оренбургск. губ.).
Кобринъ (Гродненск. губ.).
Коровино (Тульск. губ.).
Котельничъ (Вятск. губ.).
Лендеры (Олонецк. губ.).
Лошачи (Тульск. губ.).
Лѣтниково (Самарск. губ.).
Мамадышъ (Казанск. губ.).
Могилевъ (Подольск. губ.).
Новая Ушица (Подольск. губ.).
Ново-Бассань (Черниговск. губ.).
Новый Осколъ (Курск. губ.).
Оргѣевъ (Бессарабск. губ.).

Пестово (Тульск. губ.).
Смотричъ (Подольск. губ.).
Тальсенъ (Курляндск. губ.).
Татарновичи (Волынск. губ.).
Темниковъ (Тамбовск. губ.).
Томашовъ (Петроковск. губ.).

Какъ въ предшествующіе годы, такъ и въ отчетномъ году число не возвращенныхъ дождемѣровъ, къ сожалѣнію, довольно велико; но въ виду того, что Обсерваторія, какъ мы видѣли выше, могла устроить на свои средства 41 новую дождемѣрную станцію, оказывается, что число содержимыхъ ею дождемѣрныхъ станцій въ настоящемъ году по крайней мѣрѣ удалось не только удержать на прежнемъ уровнѣ, но даже немного увеличить.

Надлежитъ здѣсь упомянуть о томъ, что по ходатайству Императорской Академіи Наукъ Обсерваторіи назначены, начиная съ 1903 года, спеціальныя средства на устройство по 100 дождемѣрныхъ станцій въ теченіе слѣдующихъ 5 лѣтъ. Такимъ образомъ дальнѣйшее развитіе нашей дождемѣрной сѣти въ Европейской Россіи въ ближайшемъ будущемъ является вполнѣ обезпеченнымъ.

Конечно, для спеціальныхъ изслѣдованій мѣстнаго характера потребуется въ данномъ районѣ еще болѣе значительнаго увеличенія числа дождемѣрныхъ станцій.

2) Обработка и изданіе наблюденій надъ атмосферными осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ; научныя работы.

Въ началѣ отчетнаго года отдѣленіе приступило къ вычисленію годовыхъ выводовъ изъ наблюденій надъ *осадками* станцій III разряда за 1901 г., которые затѣмъ были занесены въ сводныя таблицы. Кромѣ того заносились въ эти сводныя таблицы мѣсячные и годовые выводы изъ наблюденій станцій II разряда, которые постепенно, по мѣрѣ ихъ вычисленія, доставлялись изъ отдѣленія станцій II разряда. Выводы станцій II и III разряда для отдѣльныхъ губерній сравнивались между собою для выясненія неправильностей, могущихъ заключаться въ наблюденіяхъ. Наблюденія станцій III разряда подвергались тщательной критикѣ, при чемъ составлялись замѣчанія къ наблюденіямъ и свѣдѣнія объ установкѣ и о системѣ дождемѣровъ, помѣщенныя въ введеніи къ выводамъ.

Что касается до наблюденій станцій II и III разрядовъ надъ *грозами* за 1901 г. и надъ *снѣжнымъ покровомъ* за зиму 1900—1901 гг., то, послѣ критическаго разбора наблюденій, были вычислены выводы изъ нихъ и составлены сводныя таблицы для помѣщенія ихъ въ Лѣтописяхъ; записи подробныхъ наблюденій надъ грозами станцій II разряда, кромѣ того, провѣрялись и пополнялись, въ случаѣ надобности, по соотвѣтствующимъ отмѣткамъ грозъ въ общихъ метеорологическихъ таблицахъ или въ наблюдательныхъ книжкахъ.

Полученные изъ филіальныхъ Обсерваторій выводы изъ наблюденій надъ осадками, грозами за 1901 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1900—1901 гг. были тщательно просмотрѣны и, по мѣрѣ возможности, провѣрены.

Выводы изъ наблюденій надъ *вскрытіемъ* и *замерзаніемъ водъ* за 1901 г. составлялись въ отдѣленіи не только для станцій II и III разряда, подвѣдомственныхъ Николаевской Обсерваторіи, но и для станцій, входящихъ въ составъ сѣтей филіальныхъ Обсерваторій, которыя для этой цѣли прислали провѣренные оригиналы записей этихъ наблюденій.

Въ выводахъ, изданныхъ за 1901 г., приведены:

Наблюденія надъ осадками	1955	станцій	II и III разряда
» » грозами	1323	»	II » III »
» » снѣжнымъ покровомъ	1529	»	II » III »
» » вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ	1847	»	II » III »

На ряду съ работами по изданію выводовъ изъ указанныхъ наблюденій за 1901 г. были составлены введенія къ нимъ, а также и алфавитный указатель 2344 станцій II и III разряда, съ показаніемъ губерній, фамилій наблюдателей, координатъ станцій, высотъ станцій надъ уровнемъ моря, высотъ дождемѣровъ надъ поверхностью земли, разряда станцій и рода наблюденій, помѣщенныхъ для каждой станціи въ отдѣльныхъ выводахъ.

Печатаніе выводовъ изъ вышеупомянутыхъ наблюденій за 1901 г., введеній къ нимъ на русскомъ языкѣ и алфавитнаго указателя станцій было окончено 9 декабря отчетнаго года.

Число корректуръ, прочитанныхъ въ теченіе 1902 года, равняется 142 полулистамъ (въ томъ числѣ 127 числовыхъ таблицъ), не считая корректуръ инструкцій, таблицъ для записыванія наблюденій, циркуляровъ и проч.

Что касается до обработки наблюденій за отчетный 1902 годъ, то слѣдуетъ замѣтить, что кромѣ регулярнаго вычисленія и провѣрки *дождемѣрныхъ* мѣсячныхъ таблицъ и записыванія мѣсячныхъ выводовъ въ сводныя таблицы, по примѣру 1901 года, каждые 4 мѣсяца предпринимался критическій разборъ ихъ, путемъ сравненія выводовъ. Наблюденія вновь устраиваемыхъ дождемѣрныхъ станцій подвергались регулярно провѣркѣ относительно ихъ надежности, при чемъ записи наблюденія надъ осадками сравнивались съ наблюденіями надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Мѣсячныя записи наблюденій надъ *грозами* и *снѣжнымъ покровомъ* и свѣдѣнія о *вскрытіи и замерзаніи водъ*, получаемыя въ теченіе 1902 года, послѣ предварительной провѣрки стиля, распредѣлялись ежемѣсячно по алфавиту губерній и станцій (или по алфавиту рѣкъ) въ имѣющихся для этой цѣли шкафахъ. Осенью же отдѣленіе приступило къ критическому просмотру и къ составленію выводовъ изъ наблюденій надъ грозами за 1902 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901—1902 гг.

Въ теченіе отчетнаго года отдѣленіе вело, попрежнему, переписку съ наблюдателями относительно производства наблюденій надъ осадками, грозами и проч., выясненія недоразумѣній, встрѣчаемыхъ при провѣркѣ наблюденій, а также и относительно установки и исправности дождемѣровъ.

Просмотрѣно 176 новыхъ описаній установки дождемѣра или сообщеній объ измѣненіяхъ въ установкѣ и системѣ дождемѣровъ.

Географическія координаты были опредѣлены для 182 новыхъ станцій, а высота надъ уровнемъ моря—для 86 дождемѣрныхъ станцій.

Кромѣ всѣхъ этихъ текущихъ работъ, относящихся къ изданію вышеупомянутыхъ наблюденій, въ отдѣленіи были произведены еще слѣдующія *научныя работы:*

Для обработки наблюденій надъ снѣжнымъ покровомъ за 10 зимъ, предпринятой Э. Ю. Бергомъ, были 1) опредѣлены, послѣ предварительнаго критическаго разбора наблюденій, числа дней съ снѣжнымъ покровомъ за декады, за зимы 1900/01 и отчасти за зимы 1899/1900 и 1901/02 для станцій II и III разряда въ Европейской Россіи, въ сѣверной части Кавказа и въ сосѣднихъ Азіатскихъ губерніяхъ, 2) занесены на карты Европейской Россіи числа дней съ снѣжнымъ покровомъ за 5 зимъ (1896/97—1900/01), среднимъ числомъ для 980 станцій за каждую зиму, 3) занесены въ сводную таблицу тѣ же данныя за 8 зимъ (1892/93—1899/1900); 4) построены линіи съ одинаковымъ числомъ дней съ снѣжнымъ покровомъ (черезъ каждые 20 дней) для Европейской Россіи за 5 зимъ (1896/97—1900/01).

Далѣе г. Бергъ занимался критическимъ разборомъ наблюденій надъ плотностью снѣжнаго покрова, произведенныхъ въ видѣ опыта въ С.-Петербургѣ, Павловскѣ и Сагунахъ, съ цѣлью подготовить матеріалъ для составленія инструкціи для этихъ наблюденій, являющихся существеннымъ дополненіемъ къ наблюденіямъ надъ толщиною снѣжнаго покрова.

Имъ же было составлено описаніе новаго образца прибора для опредѣленія плотности снѣжнаго покрова, а также и дождемѣра для спеціальныхъ измѣреній ливней и обильныхъ дождей. Съ этимъ дождемѣромъ, позволяющимъ производить измѣренія, не выходя изъ дому, лѣтомъ отчетнаго года были произведены опыты, показавшіе, что онъ дѣйствуетъ вполнѣ исправно.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что инструкція для наблюденій надъ атмосферными осадками была въ отчетномъ году (при новомъ ея изданіи) дополнена нѣкоторыми указаніями для достиженія большей точности и полноты производства наблюденій, и разослана всѣмъ станціямъ III разряда.

3) Административныя и канцелярскія работы; справки и работы, не входящія въ кругъ прямыхъ обязанностей отдѣленія.

Административныя работы въ отдѣленіи состояли въ перепискѣ по устройству новыхъ станцій, по пріисканію новыхъ наблюдателей на мѣсто отказавшихся отъ производства наблюденій, или же по полученію обратно дождемѣровъ, посланныхъ въ свое время на средства Обсерваторіи.

Попрежнему въ отдѣленіи велись 1 алфавитный карточный каталогъ *станцій* II и III разряда, 1 алфавитный карточный каталогъ *наблюдателей* станцій II и III разряда,

1 карточный каталогъ наблюдателей, удостоенныхъ почетнаго званія Корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Кромѣ того на 2 стѣнныхъ картахъ для Европейской и Азіатской Россіи были нанесены всѣ станціи II и III разряда, съ указаніемъ системы дождемѣровъ (при помощи булавокъ и ярлычковъ). Измѣненія въ составѣ сѣти отмѣчались на этихъ картахъ, а также и въ соотвѣтствующемъ каталогѣ, въ которомъ названія станцій записаны по губерніямъ и областямъ, съ обозначеніемъ нумеровъ ихъ на картахъ.

Въ означенныхъ каталогахъ и на картахъ въ теченіе 1902 года отмѣчалось свѣдѣній:

о вновь открываемыхъ станціяхъ	329
о станціяхъ прекратившихъ дѣйствіе	236
о перемѣнахъ наблюдателей	117

Далѣе велись книги для отмѣтокъ о дождемѣрахъ, высылаемыхъ на счетъ Обсерваторіи вновь учреждаемымъ станціямъ III разряда или для ремонта приборовъ на существующихъ станціяхъ, а также о дождемѣрахъ, получаемыхъ обратно отъ станцій, прекратившихъ производство наблюденій.

Требованій о высылкѣ обратно дождемѣровъ, вслѣдствіе прекращенія наблюденій, было послано въ 1902 году 97. Затѣмъ послано 724 приглашенія выслать недостающія наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Для введенія правильнаго способа выборки наблюдателей станцій III разряда, которые, согласно установленнымъ правиламъ, за заслуги по безвозмездному производству наблюденій надъ осадками, грозами и проч. въ теченіе продолжительнаго времени, могутъ быть представлены Императорской Академіи Наукъ къ утвержденію въ почетномъ званіи Корреспондента Обсерваторіи, въ отдѣленіи были просмотрѣны наблюденія 704 станцій III разряда за 9 послѣднихъ лѣтъ; соотвѣтствующія свѣдѣнія были занесены въ особый журналъ. По моему представленію, въ отчетномъ году удостоены Императорской Академіею Наукъ упомянутаго почетнаго званія 46 лицъ, фамиліи которыхъ приведены въ нижеслѣдующемъ спискѣ.

Канцелярскія работы велись въ отдѣленіи въ томъ же порядкѣ, какъ и въ прежніе годы. Помимо ежедневнаго полученія входящихъ бумагъ и таблицъ съ наблюденіями, отправки исходящихъ бумагъ, инструкцій, таблицъ и проч. и веденія для этой цѣли разныхъ журналовъ и книгъ, осенью 1902 года былъ отправленъ 1828 станціямъ II и III разряда годовой запасъ таблицъ для записыванія наблюденій надъ осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, а также и запасъ конвертовъ для безплатной ихъ высылки въ Обсерваторію на 1903 годъ. Вмѣстѣ съ запасомъ таблицъ и конвертовъ были высланы станціямъ Николаевской Обсерваторіи и станціямъ филіальныхъ Обсерваторій вновь изданная дождемѣрная инструкція и циркуляръ относительно нѣкоторыхъ измѣненій въ инструкціяхъ для наблюденій надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Въ декабрѣ отчетнаго года были разосланы выводы изъ наблюденій надъ осадками,

грозами и проч. за 1901 г. 1787 станціямъ. Тѣ же изданія были доставлены и станціямъ, входящимъ въ составъ сѣтей Филіальныхъ Обсерваторій черезъ посредство послѣднихъ.

Помимо различныхъ справокъ, вызванныхъ запросами со стороны наблюдателей, отдѣленіе выдало тѣ справки, которыя выпали на его долю, въ спискѣ сообщенномъ на стр. 14.

Далѣе оно сообщало, попрежнему, по просьбѣ Прусскаго Правительства, г. президенту провинціи Западной Пруссіи въ зимніе мѣсяцы ежедневныя свѣдѣнія о состояніи снѣжнаго покрова въ бассейнѣ р. Вислы.

Г. профессору Б. И. Срезневскому въ Юрьевѣ высылались ежемѣсячно копіи съ дождемѣрныхъ наблюденій станцій II и III разряда въ Прибалтійскихъ губерніяхъ.

Для ежемѣсячнаго бюллетеня, издаваемаго Обсерваторіею, въ отдѣленіи производились вычисленія наблюденій надъ осадками (по декадамъ) и составлялись свѣдѣнія о повторяемости дней съ грозами и снѣжнымъ покровомъ для станцій, входящихъ въ таблицы бюллетеня.

Эти спѣшныя работы исполнялись, съ моего разрѣшенія, подъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ, адъюнктомъ А. И. Гарнакомъ, въ вечерніе часы, который получалъ за это особое вознагражденіе отъ упомянутыхъ учрежденій.

По просьбѣ Главной Конторы Черноморской желѣзной дороги въ отдѣленіи были составлены свѣдѣнія о наибольшихъ мѣсячныхъ и суточныхъ количествахъ осадковъ для 22 станцій, находящихся въ районѣ означенной линіи, о наибольшихъ ежечасныхъ количествахъ осадковъ для Тифлиса и о чрезвычайно большихъ количествахъ осадковъ за болѣе короткіе промежутки времени по даннымъ, имѣющимся для юга Россіи; г. Бергомъ была кромѣ того составлена объяснительная записка къ означенному матеріалу. Нѣкоторая часть этихъ работъ, исполненная въ неслужебное время, была уплачена Главной Конторою Черноморской желѣзной дороги.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что завѣдывающій отдѣленіемъ станцій III разряда въ теченіе отчетнаго года принималъ участіе въ различнаго рода совѣщаніяхъ и исполнилъ обязанности секретаря, совмѣстно съ г. Гейнцомъ, въ Комиссіи по организаціи наблюденій надъ интенсивностью ливней и обильныхъ дождей и по улучшенію производства метеорологическихъ наблюденій на желѣзнодорожныхъ станціяхъ.

Списокъ наблюдателей станцій III разряда, удостоенныхъ въ 1902 году Императорскою Академіею Наукъ почетнаго званія Корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

М. А. Михайловъ . . . . въ ст-цѣ Алексѣевской
Н. Н. Заборскій . . . . » с. Аркадіевкѣ.
И. В. Быстровъ . . . . » г. Борисоглѣбскѣ.
В. К. Рогалевичъ . . . . » эк. Буртовской.
Н. И. Анѳимовъ . . . . » с. Васильевскомъ.
С. Ѳ. Антеповичъ . . . . » г. Васильковѣ.
В. Ф. Тилль . . . . » г. Велижѣ.

А. И. Колбунъ................ въ с. Веселыхъ Тернахъ.
К. С. Пржедржемирскій......... » м. Воронежѣ.
П. О. Вроблевскій............. » д. Вылины-Руси.
К. В. Симашкевичъ............. » с. Голодькахъ.
Е. М. Добромысловъ........... » с. Избоищѣ.
М. Л. Шимилкинъ............. » ст-цѣ Казанской.
И. А. Худяковъ............... » с. Кептурѣ.
С. А. Вознесенскій............. » г. Княгининѣ.
М. Н. Реннертъ............... на ст. Крейцбургѣ.
Д. А. Афанасьевъ............. въ сл. Кукаркѣ.
И. И. Шолоховъ............. » ст-цѣ Луковской.
Я. Ш. Эфросъ............... » м. Любечѣ.
А. М. Андреевъ.............. » д. Малькеевкѣ.
В. Г. Брилевскій.............. » эк. Мартиновкѣ.
С. В. Бейлинъ................ » м. Медвѣдовкѣ.
К. В. Гордзіевскій............. » г. Могилевѣ.
И. Я. Забурдаевъ............. » г. Мокшанѣ.
И. А. Шелапутинъ............. » г. Мценскѣ.
М. Я. Черновъ................ » г. Новогеоргіевскѣ.
А. И. Вилибертъ.............. на маякѣ Руно.
К. Э. Скаржинскій............. въ им. Рыбенкѣ.
М. М. Чистовскій............. » пог. Сольцахъ.
И. Л. Линниковъ.............. » с. Старой Хворостани.
Ф. С. Осипюкъ............... » с. Сѣнницѣ.
А. И. Грековъ................ » эк. Федоровскомъ.
В. В. Соболевъ............... » д. Хорошавкѣ.
М. Ѳ. Ѳедоровъ............... » г. Царевококшайскѣ.
Д. І. Крупницкій.............. » г. Черкасахъ.
Н. С. Соколовъ............... » с. Шопотовѣ.
М. Д. Гроздовъ............... » пог. Щемерицахъ.
А. А. Юрьевъ................ » Юрьевой пристани.
П. А. Ильинскій.............. » с. Юрьевкѣ.
А. Е. Трошихинъ.............. » с. Ясени.
В. Ф. Тверитинъ.............. » с. Александровкѣ.
П. П. Журавлевъ............. » Камбарскомъ заводѣ.
Л. П. Теребихинъ............. » с. Купросѣ.
П. Г. Протопоповъ............ » Нейво-Алапаевскомъ заводѣ.
В. П. Бабихинъ.............. » д. Кулаковой.
Я. А. Дрике................. » д. Нижней Буланкѣ.

IX. Отдѣленіе по изданію ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

А. Личный составъ и распредѣленіе работъ.

Въ теченіе всего отчетнаго года отдѣленіемъ завѣдывалъ С. Д. Грибоѣдовъ. Обязанности физиковъ исполняли И. П. Семеновъ, В. Л. Полонскій и А. П. Лоидисъ.

Въ концѣ лѣта въ отдѣленіи сталъ работать въ качествѣ физика И. И. Манухинъ изъ Иркутской Обсерваторіи; по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, когда выяснилось, что спеціальныя требованія, предъявляемыя къ этой должности, не соотвѣтствуютъ характеру его работъ, г. Манухинъ прекратилъ свои занятія.

Въ концѣ года въ отдѣленіе поступили въ качествѣ практикантовъ кандидаты физико-математическихъ наукъ В. М. Турбинъ и В. Ф. Безкровный, которые и продолжаютъ работать, подготовляясь къ обязанностямъ физиковъ.

Адъюнктами отдѣленія состояли: В. С. Небржидовскій, І. А. Егоровъ, А. Т. Кузнецовъ, М. А. Рѣшетниковъ и Э. Э. Нейманъ, — послѣдній преимущественно исполнялъ чертежныя работы.

Изъ поименованныхъ лицъ пользовались отпускомъ: С. Д. Грибоѣдовъ, В. Л. Полонскій и два адъюнкта по одному мѣсяцу и А. П. Лоидисъ — три недѣли. И. П. Семеновъ былъ въ двухмѣсячной командировкѣ, главнымъ образомъ для осмотра черноморскихъ станцій.

Занятія въ отдѣленіи продолжались, какъ и раньше, ежедневно, не исключая воскресныхъ и праздничныхъ дней, съ 9-ти часовъ утра до $3\frac{1}{2}$ дня и отъ 6 до $8\frac{1}{2}$ часовъ вечера. Дѣятельность отдѣленія попрежнему заключалась въ составленіи ежедневныхъ синоптическихъ картъ за три срока (7 ч. утра, 1 ч. дня и 9 ч. вечера), въ изготовленіи бюллетеня и попутныхъ экстренныхъ работахъ — отправкѣ штормовыхъ предостереженій въ приморскіе пункты, предупрежденій о метеляхъ на желѣзныя дороги, спеціальныхъ предсказаній погоды въ разныя мѣстности Россіи и проч., и наконецъ въ сопряженныхъ съ этою дѣятельностью обработкахъ матеріаловъ и изслѣдованіяхъ.

Въ отношеніи условій правильной систематической работы отчетный годъ не можетъ быть признанъ благопріятнымъ, такъ какъ занятія съ вновь поступавшими практикантами въ значительной мѣрѣ отвлекали отъ своихъ собственныхъ работъ лицъ, наиболѣе послужившихъ въ отдѣленіи, а слѣдовательно и наиболѣе опытныхъ въ изслѣдованіяхъ по синоптической метеорологіи. Въ силу этихъ же причинъ изслѣдованіе С. Д. Грибоѣдова о подъемахъ воды въ Невѣ, въ общихъ чертахъ законченное, не могло быть сдано въ окончательно выработанной формѣ.

Б. Обмѣнъ метеорологическими телеграммами, ежедневный бюллетень и пополненіе синоптическихъ картъ.

Вслѣдствіе исключительно благопріятнаго и внимательнаго отношенія Главнаго Управленія Почтъ и Телеграфовъ къ нуждамъ Обсерваторіи, въ отчетномъ году введена болѣе совершенная система передачи депешъ съ метеорологическихъ станцій на Обсерваторію; вслѣдствіе этого оказалось возможнымъ ускорить выходъ бюллетеня, выпуская его вмѣсто 3 — въ 2 ч. дня. Съ этимъ обстоятельствомъ тѣсно связана возможность отправлять бюллетень иногороднимъ подписчикамъ съ вечерними поѣздами того же самаго дня, между тѣмъ какъ раньше, по условіямъ службы въ Главномъ Почтамтѣ, бюллетень могъ быть отправляемъ изъ Петербурга только на другой день.

Въ 1902 году, какъ и въ предыдущемъ, отдѣленіе получало ежедневно 270 метеорологическихъ телеграммъ, изъ которыхъ 187 утреннихъ и 83 послѣполуденныхъ; изъ 190 станцій, высылающихъ депеши, было 123 русскихъ и 67 заграничныхъ. Ходатайство Обсерваторіи о полученіи ежедневныхъ послѣполуденныхъ депешъ изъ Бодэ и Христіанзунда, особенно важныхъ для экстренныхъ предостереженій, замедлилось по обстоятельствамъ, отъ Обсерваторіи не зависѣвшимъ; но въ концѣ года Обсерваторія получила увѣдомленіе, что ея ходатайство увѣнчалось успѣхомъ. Согласно обоюднымъ условіямъ полученіе депешъ изъ Бодэ и Христіанзунда должно начаться съ 19 Декабря 1902 г. (1 Января 1903 г.); эта мѣра вызываетъ годовой расходъ въ 100 кронъ.

Число отправляемыхъ ежедневно метеорологическихъ депешъ осталось безъ измѣненія, — каждый день въ опредѣленные по возможности часы Отдѣленіе высылало 42 телеграммы, изъ которыхъ 29 въ разныя мѣста Имперіи и 13 за границу.

Общее число депешъ, посланныхъ дежурными физиками и заключавшихъ штормовыя и желѣзнодорожныя предостереженія, а также спеціальныя предсказанія погоды для отдѣльныхъ мѣстностей Россіи, значительно возросло — 3550 противъ 2800 телеграммъ за 1901 годъ.

Внѣшность и содержаніе ежедневнаго бюллетеня остались безъ измѣненія; въ немъ помѣщались данныя 156 станцій, изъ которыхъ 98 русскихъ и 58 — заграничныхъ.

Опоздавшія депеши съ русскихъ станцій (полученныя послѣ 1 ч. 40 м. дня) печатались, какъ и раньше, въ видѣ мѣсячныхъ прибавленій къ бюллетеню.

Подписка на бюллетень принимается въ канцеляріи Обсерваторіи, которая завѣдываетъ разсылкою бюллетеня подписчикамъ.

Отсутствіе постояннаго лица, которое работало бы исключительно по пополненію синоптическихъ картъ, а также исключительно обширный желѣзнодорожный отчетъ, отнявшій все свободное время у одного изъ адъюнктовъ, замедлили обычный ходъ этихъ работъ, которыя ограничились пополненіемъ текущихъ синоптическихъ картъ опоздавшими русскими и заграничными станціями.

Какъ и прежде, на утреннія карты 1902 г. были наклеены вырѣзки изъ газетъ съ сообщеніями о погодѣ.

Въ теченіе 1902 года для надобностей ежедневнаго бюллетеня вычислено 14 таблицъ для приведенія барометра къ уровню моря. Изъ нихъ 1 таблица (для Лозовой) введена съ 1 Сентября, а остальныя 13—съ 1 Января (нов. ст.) 1903 г.

В. Штормовыя предостереженія.

Въ 1902 г., какъ и въ предшествующемъ, штормовыя предостереженія посылались 34 станціямъ, изъ которыхъ 9 расположены на Балтійскомъ морѣ и заливахъ, 4—на большихъ сѣверныхъ озерахъ, 1 — на Бѣломъ морѣ и 20 — на Черномъ и Азовскомъ моряхъ; изъ послѣднихъ Поти и Батумъ получаютъ въ большинствѣ случаевъ лишь извѣщенія объ ожидаемыхъ буряхъ въ районѣ Керчь — Новороссійскъ. Въ текущемъ году Обсерваторія стала получать метеорологическія депеши съ Мархотскаго перевала, что имѣетъ значеніе для болѣе правильнаго сужденія о буряхъ въ Новороссійскѣ.

Результаты оцѣнки штормовыхъ предостереженій, произведенной на прежнихъ основаніяхъ, показаны въ слѣдующихъ таблицахъ, составленныхъ отдѣльно для Балтійскаго и Бѣлаго морей съ озерами и для Чернаго и Азовскаго морей.

Въ общей совокупности для всѣхъ районовъ получаемъ:

	Для Балтійскаго и Бѣлаго морей.	Для Чернаго и Азовскаго морей.
Число удачныхъ предостереженій	41%	40%
» отчасти удачныхъ »	30%	28%
» опоздавшихъ »	2%	—
» неудачныхъ »	27%	32%

Непредупрежденныя бури, превысившія норму сильнаго вѣтра на 1 баллъ, составляютъ:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	20%
» Чернаго и Азовскаго »	15%

Соединяя удачныя съ отчасти удачными, получаемъ число болѣе или менѣе удачныхъ предостереженій въ 1902 году:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	71%
» Чернаго и Азовскаго »	68%

А. Штормовыя предостереженія на Балтійскомъ морѣ, сѣверныхъ озерахъ и на Бѣломъ морѣ въ 1902 году.

Группы.	СТАНЦІИ, ПРИНЯТЫЯ ВО ВНИМАНІЕ ПРИ КОНТРОЛѢ.	Норма бури.	Всѣхъ предостереженій.	Удачныхъ.	Отчасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Либава	6	25	9	7	1	8	5
	Либавскій маякъ	6						
	Виндава	7						
II.	Перновъ	6	26	11	8	—	7	3
	Усть-Двинскъ	6						
	Рижскій маякъ	7						
III.	Ревель	6	26	12	7	—	7	6
	Пакерортъ	6						
	Катериненталь	7						
IV.	Гангэ	7	26	12	7	—	7	6
	Гельсингфорсъ	7						
	Седершеръ	8						
	Богшеръ	8						
V.	Кронштадтъ	5	19	8	6	—	5	2
VI.	С.-Петербургъ	4	6	3	2	—	1	2
VII.	Шлиссельбургъ	6	4	2	2	—	—	2
	Новая Ладога	6						
	Свирица	6						
VIII.	Петрозаводскъ	6	9	2	3	—	4	2
	Повѣнецъ	6						
	Вознесенье	6						
IX.	Архангельскъ	6	8	2	2	1	3	1
	Онега	6						
	Соловецкій монастырь	6						
	Итого	—	149	61	44	2	42	29

Б. Штормовыя предостереженія на Черномъ и Азовскомъ моряхъ въ 1902 году.

Группы.	Станціи, принятыя во вниманіе при контролѣ.	Норма бури.	Всѣхъ предостереженій.	Удачныхъ.	Отчасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Одесскій маякъ	7	16	7	5	—	4	3
	Очаковъ	6						
	Николаевъ	6						
	Тендровскій маякъ	7						
	Днѣстровскій знакъ	8						
II.	Тарханкутскій маякъ	6	21	8	7	—	6	4
	Севастополь	6						
	Евпаторійскій маякъ	7						
	Айтодорскій маякъ	6						
	Херсонскій маякъ	7						
	Ѳеодосія	7						
III.	Керчь	4	26	11	6	—	9	3
	Кызъ-Аульскій маякъ	8						
	Еникальскій маякъ	8						
	Новороссійскъ	8						
IV.	Ростовъ на Дону	4	26	9	7	—	10	3
	Перебойный островъ	6						
	Таганрогъ	6						
	Маргаритовка	8						
	Итого		89	35	25	—	29	13

Г. Предостереженія для желѣзныхъ дорогъ.

Сезонъ 1901—1902 г. является первымъ, когда оказалось возможнымъ примѣнить къ службѣ предостереженій выгоды, представляемыя системою условнаго сокращеннаго текста для предостереженій, и обладаніемъ самостоятельнаго провода, соединяющаго Обсерваторію съ Главною Телеграфною Конторою. Какъ по количеству посланныхъ предостереженій, что указываетъ на болѣе интенсивное обслуживаніе желѣзныхъ дорогъ, такъ и по

успѣшности ихъ, въ особенности въ отношеніи сокращенія числа опоздавшихъ предостереженій и непредупрежденныхъ метелей, сезонъ 1901—1902 г. занимаетъ первое мѣсто.

Изъ отчета, изготовленнаго, какъ и раньше, подъ непосредственнымъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ и заключающаго въ себѣ результаты наблюденій, произведенныхъ послѣ полученія предостереженій, усматривается, что зимою 1901—1902 г. отдѣленіемъ послано на желѣзныя дороги 455 предостереженій, изъ которыхъ оказалось:

удачныхъ вполнѣ или отчасти	80%
опоздавшихъ.	5%
неудачныхъ	15%

Въ 50 случаяхъ, когда были посланы предостереженія, наблюдались явленія, вызывавшія экстренныя мѣры — остановку поѣздовъ, сокращенный составъ ихъ и проч.

Непредупрежденныхъ метелей оказалось 37, что въ процентномъ отношеніи значительно благопріятнѣе предыдущаго сезона, когда на 200 предостереженій было отмѣчено 41 непредупрежденныхъ метелей.

Тѣмъ не менѣе, несмотря на сравнительно хорошіе результаты службы предостереженій въ 1901—1902 году, дальнѣйшее коренное улучшеніе этого дѣла необходимо, ибо 5% опоздавшихъ предостереженій и 8% непредупрежденныхъ метелей все же представляютъ въ совокупности 59 серьезныхъ случаевъ, когда помощь Обсерваторіи опоздала или вовсе не была дана.

Среди мѣръ, способныхъ поднять успѣшность какъ штормовыхъ, такъ и желѣзнодорожныхъ предостереженій, стоятъ на первомъ планѣ — введеніе регулярной ночной службы и созданіе практическихъ спеціальныхъ пособій по синоптическому матеріалу. Обѣ эти мѣры обсуждались въ особой комиссіи, образованной, съ разрѣшенія Императорской Академіи Наукъ, при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, въ которой завѣдующій отдѣленіемъ С. Д. Грибоѣдовъ принималъ самое дѣятельное участіе. Обсерваторія сдѣлала нѣкоторые подготовительные шаги къ приведенію въ исполненіе предложенныхъ комиссіею мѣръ, но результаты ея усилій пока еще не опредѣлились. Введеніе ночной службы, помимо требуемыхъ на это расходовъ, зависитъ отъ согласія заграничныхъ метеорологическихъ учрежденій и телеграфныхъ вѣдомствъ высылать намъ вечернія депеши въ самый день наблюденій, а не на другой день съ утренними депешами, какъ это дѣлается теперь; вопросъ будетъ поставленъ на очередь на предстоящемъ собраніи международнаго метеорологическаго комитета въ 1903 г.

Д. Оцѣнка предсказаній погоды.

Результаты оцѣнки общихъ предсказаній погоды, помѣщаемыхъ въ ежедневномъ бюллетенѣ и разсылаемыхъ ежедневно по телеграфу въ университетскіе города и на нѣкоторыя изъ метеорологическихъ станцій, даны въ слѣдующей таблицѣ (способъ оцѣнки былъ такой же, какъ и въ прошлые годы).

Число удачныхъ предсказаній въ % за 1902 г.

РАЙОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССІИ.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
(Всѣ элементы).													
Сѣверо-западъ	66	87	73	92	85	78	86	82	77	73	80	75	79%
Западъ	76	79	76	80	82	88	77	68	75	70	91	78	78 »
Центръ	80	87	86	85	84	86	84	76	70	79	77	83	82 »
Сѣверо-востокъ	71	73	73	86	69	69	81	86	80	67	73	74	75 »
Востокъ	75	84	80	82	83	86	89	85	87	84	84	80	83 »
Юго-востокъ	73	80	78	91	82	81	85	93	79	72	79	75	81 »
Юго-западъ	83	73	76	79	77	72	75	89	78	80	77	73	78 »
ЭЛЕМЕНТЫ ПОГОДЫ.													
(Всѣ районы).													
Осадки	72	83	75	83	74	77	75	81	74	73	79	81	77 »
Облачность	74	77	77	81	75	70	68	73	71	80	69	100	75 »
Температура	76	81	81	87	88	85	92	87	83	77	82	72	83 »
Вѣтеръ	83	73	54	100	67	100	100	0	87	40	75	80	75 »
Всего	75	81	77	85	80	80	82	83	78	75	80	77	79.5%

Всего въ 1902 году было сдѣлано 5310 предсказаній, т. е. нѣсколько меньше чѣмъ въ 1901 г. (когда было сдѣлано 5626 предсказаній); удачность ихъ въ 79.5% оказалась одинаковою съ предшествующимъ годомъ.

Спеціальныя предсказанія для С.-Петербурга, печатаемыя попрежнему въ бюллетенѣ, дали нѣсколько меньшій, по сравненію съ прошлымъ годомъ, % удачныхъ (71% вмѣсто 73% въ 1901 г.). Оцѣнка предсказаній погоды для Риги, посылаемыхъ ежедневно (кромѣ праздниковъ) въ редакцію газеты «Rundschau», не могла быть произведена, такъ какъ наблюденія Рижской метеорологической станціи прекратились въ сентябрѣ отчетнаго года.

Въ 1902 году Обсерваторія сдѣлала 2460 телеграфныхъ предсказаній въ отвѣтъ на случайные запросы и по абонементу (ежедневно, въ опредѣленные дни недѣли или только въ случаѣ ожидаемыхъ рѣзкихъ перемѣнъ погоды); по сравненію съ предыдущимъ годомъ, когда такихъ телеграммъ было отправлено 1810, число ихъ увеличилось на 36%. По обыкновенію, наибольшее число подобныхъ телеграммъ было послано на Волгу и Каму въ октябрѣ и первой половинѣ ноября — время, предшествующее закрытію навигаціи въ бассейнѣ

этихъ рѣкъ; предсказанія эти въ значительной мѣрѣ простирались на нѣсколько дней впередъ и были удачны по прежнему. Предсказанія погоды для цѣлей преимущественно сельско-хозяйственныхъ высылались втеченіе главнымъ образомъ теплаго времени года въ нѣкоторые пункты черноземной полосы и указывали большею частью общій характеръ погоды въ ближайшіе дни. Постоянно, изъ году въ годъ, возрастающее количество спеціальныхъ предсказаній, хотя и свидѣтельствуетъ о практической пользѣ, ими приносимой и при настоящей постановкѣ дѣла, тѣмъ не менѣе не даетъ Обсерваторіи права довольствоваться достигнутыми результатами и указываетъ на неотложную необходимость детальной разработки синоптическаго матеріала, какъ на единственную мѣру, ведущую къ дальнѣйшему усовершенствованію предсказаній. Подобнаго рода изслѣдованія были бы особенно полезны въ отношеніи осадковъ, представляющихъ наибольшій интересъ съ практической стороны въ теплое время года и несравненно труднѣе, чѣмъ температура, поддающихся предсказанію.

Въ отчетномъ году значительныхъ подъемовъ воды (выше 5 футовъ) въ Невѣ не наблюдалось. Тѣмъ не менѣе Обсерваторія осенью 1902 года нѣсколько разъ увѣдомляла по телефону и по телеграфу Начальника рѣчной полиціи, Командира С.-Петербургскаго порта, столичную полицію, Общество спасанія на водахъ и нѣсколько другихъ заинтересованныхъ лицъ и учрежденій объ ожидавшихся подъемахъ воды, съ указаніями на отсутствіе признаковъ болѣе высокаго наводненія. Эти успокоительныя телеграммы, по свидѣтельству представителя полиціи въ образованной при Обсерваторіи Комиссіи, обсуждавшей средства къ усовершенствованію предсказаній наводненій, были весьма полезны. И въ этой Комиссіи С. Д. Грибоѣдовъ принималъ весьма дѣятельное участіе.

X. Отдѣленіе еженедѣльныхъ и ежемѣсячныхъ бюллетеней.

Въ отчетномъ году физикъ отдѣленія Н. А. Коростелевъ былъ переведенъ на должность инспектора метеорологическихъ станцій, а его мѣсто занялъ съ 1 мая бывшій хранитель физическаго кабинета при Томскомъ Университетѣ Д. А. Смирновъ, который, впрочемъ, занимался въ отдѣленіи уже съ половины февраля 1902 г.

Отпускомъ въ настоящемъ году въ отдѣленіи никто не пользовался.

Отдѣленіемъ разослано въ отчетномъ году 71 офиціальное отношеніе и получено 2304 недѣльныя телеграммы, т. е. въ среднемъ каждую недѣлю по 44 телеграммы.

Въ содержаніи и формѣ ежемѣсячнаго бюллетеня въ отчетномъ году никакихъ измѣненій не послѣдовало. Изъ 321 станцій, наблюденія надъ осадками которыхъ печатались во второй таблицѣ бюллетеня, въ среднемъ 47 высылали свои наблюденія настолько поздно, что они уже не попадали въ бюллетень. Сравнительно съ прочими областями особенно много недоставало обыкновенно станцій съ Кавказа. Это обстоятельство, однако, оказывается не столь важнымъ, во-первыхъ потому, что Тифлисская Обсерваторія издаетъ свой спеціальный

бюллетень для Кавказа, во-вторыхъ она намъ своевременно доставляетъ каждый мѣсяцъ дополнительныя свѣдѣнія съ нѣкоторыхъ другихъ станцій С. Кавказа, которыми мы и пользуемся при составленіи нашего бюллетеня. Сводную таблицу осадковъ доставляетъ намъ также для Пермской губ. Екатеринбургская Обсерваторія. Такимъ образомъ, при составленіи бюллетеня мы все же всегда могли пользоваться достаточно полнымъ матеріаломъ и выпускали бюллетень въ установившіеся сроки, именно около 26-го ст. ст.

Въ отдѣленіи нѣсколько лѣтъ отмѣчаются каждый мѣсяцъ всѣ сроки, къ которымъ исполняются разныя работы по составленію и печатанію ежемѣсячнаго бюллетеня. Въ среднемъ за 7 лѣтъ карты за отчетный мѣсяцъ по новому ст., кончающемуся 17—18 по старому ст., отсылаются въ печать 7 числа стар. ст., таблицы — 8, текстъ — 10. Окончательныя корректуры картъ, отправляемыя обыкновенно въ день полученія ихъ и не позже какъ на слѣдующій день, посылаются въ печать 14, а таблицъ и текста — 19; готовыя карты получаются 21, а готовый бюллетень выходитъ 26.

Въ составленіи рефератовъ, печатавшихся при бюллетенѣ, принимали участіе слѣдующія лица:

г. Бергъ,
Ваннари,
Каминскій,
Мультановскій,
Надѣинъ,
Розенталь,
г. Савиновъ,
Смирновъ,
Шенрокъ,
Шипчинскій,
П. Штеллингъ.

Всѣхъ рефератовъ было напечатано 91. Кромѣ того въ бюллетенѣ были помѣщены 10 статей и замѣтокъ слѣдующихъ авторовъ: М. А. Рыкачева 1, Каминскаго 1, Коростелева 1, Кузнецова 1, Носова 1, Смирнова 2, Савинова 2, Шостаковича 1.

Библіографія бюллетеня составлялась библіотекаремъ Обсерваторіи г. Ваннари.

Редакціонныя работы по обзору литературы велись совмѣстно г. Шенрокомъ и Смирновымъ; подробный алфавитный указатель къ этому обзору былъ составленъ г. Шенрокомъ.

А. М. Шенрокъ принималъ участіе въ работахъ метеорологической коммиссіи при Обществѣ охраненія народнаго здравія, по просьбѣ которой онъ составилъ проектъ устройства спеціальной метеорологической службы на курортахъ.

Д. А. Смирновъ изслѣдовалъ рѣзкія колебанія температуры въ С.-Петербургѣ 20 и 21 марта 1902 г. Статья эта была напечатана въ Извѣстіяхъ Императорской Академіи Наукъ, т. XVII, № 1, 1902 г.

Въ отчетномъ году минуло 10 лѣтъ существованія отдѣленія еженедѣльныхъ и ежемѣсячныхъ бюллетеней. Основаніе этого отдѣленія было вызвано въ свое время чисто практическими потребностями; главная цѣль его была: сдѣлать возможно быстро доступ-

ными для всеобщаго пользованія метеорологическія данныя большого числа станцій Европейской Россіи и давать въ общихъ чертахъ обзоры погоды преимущественно для потребностей сельскихъ хозяевъ. Но кромѣ этой своей прямой цѣли, отдѣленіе выполнило попутно цѣлый рядъ работъ, отчасти сверхъ предназначенной программы, имѣющихъ не только практическій, но и выдающійся научный интересъ. Составляемыя ею карты отклоненій мѣсячныхъ среднихъ отъ нормальныхъ и описанія этихъ картъ въ текстѣ собрали обильный матеріалъ для изученія выдающихся аномалій погоды, неоднократно встрѣчавшихся на протяженіи 10 лѣтъ. Для этой же цѣли могутъ оказаться также весьма пригодными различные графики, исполняемые каждый мѣсяцъ въ отдѣленіи въ пособіе для составленія бюллетеней, по которымъ можно прослѣдить продолжительность аномалій. Карты распредѣленія среднихъ метеорологическихъ элементовъ могутъ, со временемъ, при климатологическихъ работахъ послужить для пополненія недостающихъ данныхъ не полныхъ рядовъ наблюденій, чѣмъ въ значительной степени облегчится приведеніе наблюденій къ многолѣтнимъ среднимъ. Это относится къ даннымъ не только давленія и температуры воздуха, но и количества осадковъ, которыя, какъ показалъ опытъ, можно съ достаточною точностью пополнять по картамъ бюллетеня.

Для цѣлей обзоровъ погоды въ отдѣленіи наносятся на карты ежедневнаго бюллетеня измѣненія температуры изо дня въ день и чертятся термическія волны. Такимъ образомъ съ 1895 года, когда мы начали изготовленіе подобныхъ картъ, накопился обширный матеріалъ для изученія возникновенія и распространенія термическихъ волнъ.

Наконецъ намъ кажется, что и взятый на себя отдѣленіемъ добровольный трудъ по изданію обзоровъ литературы приноситъ несомнѣнную пользу, не предусмотрѣнную программой ея работъ, если принять въ соображеніе недостаточность научной литературы у насъ въ провинціи и даже въ университетскихъ городахъ. А публикуемая при бюллетенѣ библіографія навѣрно могла ученымъ послужить пособіемъ для сужденія о текущей литературѣ по физической географіи.

Намъ казалось умѣстнымъ здѣсь указать на эти собранные и отчасти уже подготовленные отдѣленіемъ весьма цѣнные научные матеріалы, о существованіи которыхъ посторонніе лица, не знакомыя съ подготовительными работами по изданію бюллетеня, конечно ничего знать не могутъ.

XI. Константиновская Магнитно - Метеорологическая Обсерваторія.

Важнымъ событіемъ въ жизни Константиновской Обсерваторіи въ отчетномъ году было утвержденіе Государемъ Императоромъ въ 25 день марта новыхъ штатовъ Обсерваторіи для устройства при ней Отдѣленія для изслѣдованія метеорологическихъ элементовъ въ разныхъ слояхъ свободной атмосферы. Новыми штатами учреждаются должности стар-

шаго наблюдателя и адъюнкта и отпускаются средства на приглашеніе механика, на ученыя и хозяйственныя надобности отдѣленія. На оборудованіе отдѣленія отпущено единовременно 18000 рублей, а на всѣ ежегодные расходы по отдѣленію ассигнуется 7800 рублей.

Старшимъ наблюдателемъ въ качествѣ завѣдующаго отдѣленіемъ назначенъ В. В. Кузнецовъ, бывшій передъ этимъ инспекторомъ метеорологическихъ станцій сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи; обязанности адъюнкта исполнялъ А. В. Носовъ, кончившій курсъ математическихъ наукъ при Императорскомъ С.-Петербургскомъ Университетѣ и зарекомендовавшій себя разными работами въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Въ виду важнаго значенія этихъ новыхъ изслѣдованій и для болѣе успѣшнаго ихъ развитія не только въ Обсерваторіи, но и въ Россіи вообще, я счелъ полезнымъ это дѣло выдѣлить въ особое отдѣленіе, такъ что все оборудованіе отдѣленія, всѣ работы и вся отчетность производятся вторымъ старшимъ наблюдателемъ, который и завѣдуетъ змѣйковымъ отдѣленіемъ, подъ моимъ непосредственнымъ руководствомъ и наблюденіемъ.

Въ силу этого и отчетъ о дѣятельности отдѣленія занимаетъ въ настоящей главѣ отдѣльное мѣсто и помѣщенъ ниже.

Въ приложеніи къ отчету къ Константиновской Обсерваторіи мы помѣщаемъ записку завѣдывающаго Обсерваторіей В. Х. Дубинскаго объ установленномъ имъ сейсмографѣ и о полученныхъ по немъ записяхъ.

А. Магнитно-Метеорологическая часть Обсерваторіи.

Личный составъ. Завѣдующимъ Обсерваторіею состоялъ В. Х. Дубинскій; старшимъ наблюдателемъ — С. И. Савиновъ; младшими наблюдателями: А. М. Бойчевскій (до 1 ноября), И. К. Надѣинъ. В. В. Шипчинскій и Б. П. Мультановскій. А. М. Бойчевскій во время двухмѣсячнаго отпуска своего (съ 5 августа по 5 октября) заболѣлъ и поэтому оставилъ Обсерваторію; на его мѣсто поступилъ 1 ноября штатный наблюдатель Метеорологической Обсерваторіи при Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ, окончившій курсъ математическихъ наукъ того же Университета, В. Ф. Франкенъ, который, послѣ скораго ознакомленія съ нашими наблюденіями, уже съ половины ноября могъ вступить въ исправленіе своихъ обязанностей.

Отпуски и командировки. Отпусками пользовались въ отчетномъ году: В. Х. Дубинскій въ теченіе шести недѣль, съ 26 іюля по 10 сентября, Б. П. Мультановскій между 23 марта и 6 іюня, въ разные промежутки, въ теченіе всего двухъ мѣсяцевъ, В. В. Шипчинскій съ 21 іюня по 18 іюля, И. К. Надѣинъ съ 8 по 19 іюня и съ 20 іюля по 4 августа въ теченіе всего 28 дней, А. М. Бойчевскій съ 5 августа на два мѣсяца, но, какъ сказано выше, онъ заболѣлъ, а затѣмъ съ 1 ноября перешелъ на службу въ Главную Физическую Обсерваторію въ качествѣ сверхштатнаго помощника директора.

Съ 21 по 28 іюня С. И. Савиновъ былъ командированъ въ Гельсингфорсъ на съѣздъ естествоиспытателей для демонстрированія опытовъ со змѣями.

В. Х. Дубинскій во время своего отпуска осмотрѣлъ по порученію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 4 метеорологическія станціи 2 разряда и объ осмотрѣ ихъ и провѣркѣ инструментовъ станцій представилъ мнѣ подробный отчетъ.

Постройки и ремонтъ зданій. Къ концу отчетнаго года была закончена постройка новаго павильона для абсолютныхъ магнитныхъ наблюденій. Какъ упомянуто въ отчетѣ за предшествующій годъ, окончаніе постройки было задержано вслѣдствіе невозможности получить готовый достаточно чистый отъ примѣсей желѣза кирпичъ для установки большого мѣднаго котла нашего водяного отопленія и для кладки дымовой трубы. Въ началѣ отчетнаго года изъ добытаго нами матеріала (бѣлой огнеупорной глины и бѣлаго араніенбаумскаго песка) по особому заказу былъ обожженъ кирпичъ съ особыми предосторожностями въ одномъ изъ ближайшихъ кирпичныхъ заводовъ, и тогда только можно было приступить къ окончанію работъ.

Лѣтомъ отчетнаго года были возведены столбы изъ сѣраго такъ называемаго эстляндскаго мрамора подъ предполагаемые къ установкѣ въ новомъ павильонѣ магнитные приборы; затѣмъ въ залѣ и въ корридорѣ устланъ паркетный полъ, окрашены стѣны, фонари, двери и окна внутри масляною краскою. Къ будущей веснѣ остается только послѣдняя внѣшняя окраска зданія (оно уже подкрашено) и тѣ исправленія, которыя вызваны неизбѣжнымъ на первое время ссыханіемъ кой-какихъ матеріаловъ.

Крупныхъ ремонтныхъ работъ въ отчетномъ году не было: въ главномъ зданіи, въ мастерской, поставлена новая голландская печь, взамѣнъ старой плохо дѣйствовавшей; въ жиломъ зданіи научнаго персонала заново отремонтирована одна изъ квартиръ младшихъ наблюдателей (сѣверо-западная нижняго этажа); затѣмъ въ нѣкоторыхъ квартирахъ были перебраны полы, переложены плиты, подправлены печи и плиты.

Библіотека увеличилась въ отчетномъ году покупкою книгъ и обмѣномъ изданій на 600 томовъ, брошюръ и выпусковъ; въ это число входятъ, какъ и въ предшествующихъ отчетахъ, не только отдѣльныя книги, брошюры, оттиски и т. п., но и каждый отдѣльный выпускъ выходящихъ выпусками книгъ и каждый номеръ получаемыхъ нами двухъ еженедѣльныхъ и 21 ежемѣсячныхъ изданій. Если всѣ выпуски, составляющіе одинъ томъ книги, считать за одну книгу, и періодическія изданія считать не числомъ вышедшихъ номеровъ, а числомъ вышедшихъ томовъ этого изданія, то число полученныхъ Обсерваторіею книгъ будетъ въ отчетномъ году 198. Это число даетъ болѣе правильную оцѣнку роста нашей библіотеки, чѣмъ число всѣхъ отдѣльныхъ поступленій въ библіотеку.

Къ числу *инструментовъ* прибавилось въ отчетномъ году: приборъ Эльстера и Гейтеля, изготовленый Richard Müller Uri въ Брауншвейгѣ, для измѣренія разсѣянія электричества, приборы Эшенгагена, изготовленные Töpfer'омъ въ Потсдамѣ, для фотографической записи горизонтальной составляющей земного магнетизма, астрономическій теодолитъ, изготовленный Hildebrandt'омъ въ Фрейбургѣ въ Саксоніи, изъ мѣди, не

содержащей желѣза, для нашего новаго магнитнаго павильона; два термометра Ф. О. Мюллера въ С.-Петербургѣ для психрометра Ассмана; вѣсы системы Роберваля для новаго вѣсового эвапорометра; римскіе вѣсы, изготовленные въ мастерской Обсерваторіи по рисункамъ и указаніямъ Б. П. Мультановскаго, для опредѣленія плотности снѣжнаго покрова. Наконецъ Обсерваторія получила во временное пользованіе отъ Постоянной Центральной Сейсмической Коммиссіи при Императорской Академіи Наукъ два страсбургскихъ тяжелыхъ маятника Боша, изготовленныхъ изъ матеріала почти не содержащаго желѣза.

Въ *мастерской Обсерваторіи* кромѣ того сдѣланы нѣкоторыя крупныя работы: сдѣлано приспособленіе для нагрѣванія термо-электрическихъ ваннъ пиргеліометра Ангстрема-Хвольсона помощью электричества; переработаны три прибора Вильда-Эдельмана, регистрирующихъ элементы земного магнетизма, такъ, что барабанъ ихъ съ чувствительною бумагою можетъ одинъ оборотъ дѣлать по желанію въ 2 или 24 часа; сдѣлано къ нимъ приспособленіе для механическаго кратковременнаго закрыванія щели передъ барабаномъ для отмѣтокъ времени на бумагѣ; сдѣланъ къ нимъ же штативъ для установки трубъ съ діафрагмами и электрическими лампочками; наконецъ къ этимъ же приборамъ приложено приспособленіе для автоматическаго включенія въ цѣпь тока электрической лампочки и выключенія ея въ любой часъ; для этого мы воспользовались часами изъятаго изъ употребленія термографа Негрети и Замбра и принадлежащей къ нему же системой электромагнитовъ. Затѣмъ къ имѣющемуся въ Обсерваторіи небольшому теодолиту Pistor'a и Martins'a, по рисункамъ и указаніямъ В. В. Шипчинскаго, была приложена, на противоположной вертикальному кругу сторонѣ оси, коническая труба для визированія на облака и опредѣленія направленія и относительной скорости движенія облаковъ въ дни международныхъ изслѣдованій верхнихъ слоевъ атмосферы; приборъ установленъ въ концѣ дорожки, идущей отъ главнаго зданія къ сѣверу, на столбѣ, откуда провѣряется у насъ направленіе флюгера помощью того же теодолита Pistor'a и Martins'a. Кромѣ того въ мастерской былъ приготовленъ новый вѣсовой эвапорометръ. Затѣмъ, лѣтомъ было видоизмѣнено освѣщеніе площадки для наблюденій: взамѣнъ прежней дуговой лампы помѣщены теперь въ разныхъ мѣстахъ площадки три лампочки накаливанія, вслѣдствіе чего вся площадка освѣщена болѣе равномѣрно; въ актинометрической будкѣ и на площадкѣ близъ нея съ испарителями моей системы также введено электрическое освѣщеніе. Наконецъ, механики Обсерваторіи, особенно Т. С. Доморощевъ, принимали дѣятельное участіе при установкѣ сейсмографа и приборовъ Эшенгагена.

Сверхъ мелкихъ починокъ и исправленій, которыя производились по мѣрѣ надобности, были также сдѣланы слѣдующія болѣе крупныя: въ сентябрѣ былъ произведенъ полный ремонтъ цинковой клѣтки, помѣщенной въ нормальной будкѣ; въ октябрѣ исправлено положеніе почвенныхъ термометровъ подъ естественной поверхностью; въ сентябрѣ и октябрѣ былъ прочищенъ колодезь, служащій для измѣренія высоты грунтовой воды; въ августѣ была снесена старая деревянная будка, служившая раньше для помѣщенія термогигрографа Вильда-Гасслера.

Нормальныя научныя наблюденія, какъ магнитныя, такъ и метеорологическія, производились въ томъ же объемѣ, какъ и въ прежніе годы.

Не было никакихъ измѣненій также и въ обработкѣ наблюденій. Къ началу февраля большая ихъ часть закончена обработкой и отослана въ печать.

Замѣчанія и поясненія, относящіяся сюда, будутъ сообщены какъ и всегда во Введеніи къ Лѣтописямъ Н. Г. Ф. О. ч. I.

Изъ дополнительныхъ метеорологическихъ наблюденій продолжались или вновь были произведены слѣдующія:

Одновременно съ отсчетами термометровъ въ нормальной клѣткѣ наблюдался въ зрительную трубу психрометръ Ассмана, повѣшенный на надлежащей высотѣ и заблаговременно пущенный въ ходъ.

Какъ и прежде, въ срочные часы производилось взвѣшиваніе трехъ почвенныхъ эвапорометровъ съ дерномъ, причемъ опредѣлялась температура на поверхности дерна и на глубинѣ десяти сантиметровъ подъ нимъ, а также и средняя скорость вѣтра надъ эвапорометрами. Продолжались возобновленныя въ концѣ прошлаго года опредѣленія плотности снѣжнаго покрова. Въ январѣ — апрѣлѣ измѣренія средней плотности всей толщи покрова дѣлались разъ въ недѣлю; въ ноябрѣ—декабрѣ такія опредѣленія производились ежедневно. Сверхъ того по временамъ опредѣлялась плотность по слоямъ, черезъ каждые 5—10 см.

Какъ и въ прошломъ году, въ лѣтнее полугодіе сверхъ обычнаго почвеннаго термометра на глубинѣ 5-ти см. отсчитывался простой колѣнчатый термометръ, воткнутый на 5 см. въ песокъ.

Осенью, кромѣ минимальныхъ термометровъ на пескѣ и на естественной поверхности, отсчитывался минимальный термометръ, положенный на голой черной землѣ.

Были также произведены по моимъ указаніямъ нѣкоторыя наблюденія надъ распредѣленіемъ температуры въ разныхъ частяхъ нормальной будки и т. п. др.

Ввиду значительной разницы въ количествѣ испаряющейся воды между атмографомъ Ррданца и вѣсовымъ эвапорометромъ, установленнымъ на неодинаковой высотѣ и въ разнаго рода будкахъ, я распорядился, для выясненій причинъ разницы, чтобы съ 1 января 1903 г. сверхъ стараго эвапорометра былъ еще установленъ новый, въ условіяхъ вполнѣ подобныхъ установкѣ атмографа Рорданца. Въ декабрѣ отчетнаго года всѣ подготовленныя работы для новаго эвапорометра были закончены.

Первые четыре мѣсяца года до окончательнаго сформированія вновь учрежденнаго при Константиновской Обсерваторіи змѣйковаго отдѣленія продолжались силами и средствами Обсерваторіи подъемы воздушныхъ змѣевъ съ приборами въ условленные по международному соглашенію дни. Къ концу апрѣля обработка записей, полученныхъ при всѣхъ произведенныхъ до того времени въ Обсерваторіи подъемахъ на змѣяхъ (числомъ болѣе 60) была закончена С. И. Савиновымъ и представлена мнѣ въ формѣ таблицы, которая послужила мнѣ для доклада на Международномъ Воздухоплавательномъ конгрессѣ въ Берлинѣ.

Для демонстрированія на томъ же конгрессѣ, сверхъ того, С. И. Савиновымъ и

В. В. Шипчинскимъ было изготовлено большое число графиковъ, представляющихъ измѣненія температуры съ высотой.

Эти же графики были показаны мною въ іюнѣ на съѣздѣ естествоиспытателей въ Гельсингфорсѣ, гдѣ С. И. Савиновымъ и В. В. Шипинскимъ былъ также произведенъ на змѣяхъ подъемъ прибора до высоты около 1000 метр.

Нормальныя *магнитныя наблюденія* и обработка ихъ производились по тѣмъ же приборамъ и методамъ, что и въ предшествующіе годы.

Вслѣдствіе неоднократно появлявшихся на записяхъ магнитографа особыхъ характерныхъ нарушеній, вызываемыхъ далекими землетрясеніями, уже давно было желательно опредѣлить, какія колебанія почвы отзываются на записяхъ магнитографа.

Въ отчетномъ году, благодаря сочувственному отношенію къ этому вопросу Постоянной Центральной Сейсмической Коммиссіи, желаніе это исполнилось: намъ переданы во временное пользованіе два такъ-называемыхъ страсбургскихъ тяжелыхъ маятника Боша, изготовленныхъ изъ матеріала, не содержащаго въ себѣ желѣза, за исключеніемъ нѣкоторыхъ частей, которыя не могутъ быть сдѣланы не изъ стали (пружины часовъ, нѣкоторыя оси, коническія острія и т. п.). Эти сейсмографы были установлены въ будкѣ близъ пруда между магнитными варіаціонными приборами. Въ срединѣ апрѣля эти приборы были окончательно жюстированы, и вскорѣ послѣ установки одного изъ нихъ, 19 апрѣля, было отмѣчено одно изъ сильнѣйшихъ дальнихъ землетрясеній, именно Гватемальское. Всего зарегистровано этимъ приборомъ до конца года 15 землетрясеній, между прочимъ и причинившее столько разрушеній Андижанское землетрясеніе (16 декабря). Весь этотъ матеріалъ переданъ, по соглашенію съ Центральною сейсмическою комиссіею, проф. Левицкому для дальнѣйшей обработки и обнародованія. Что касается связи съ нарушеніями кривыхъ магнитографа, то пока можемъ только сказать, что изъ всѣхъ записей сейсмографа только одна (22 августа во время сильнаго землетрясенія въ Кашгарѣ) сопровождалась замѣтными нарушеніями кривыхъ магнитографа.

Приборъ установленъ В. Х. Дубинскимъ при дѣятельномъ участіи другихъ лицъ Обсерваторіи. Уходъ за приборомъ въ первые мѣсяцы послѣ установки принялъ на себя онъ же, а затѣмъ съ іюля мѣсяца обслуживаніе прибора т. е. перемѣна бумаги, опредѣленіе поправки часовъ, фиксированіе бумаги и т. д., передано наблюдателямъ.

Подробное описаніе сейсмографа и ухода за нимъ помѣщено въ прилагаемой къ отчету запискѣ завѣдывающаго Обсерваторіею В. Х. Дубинскаго.

Кромѣ упомянутыхъ выше работъ, были произведены въ отчетномъ году разныя *сверхпрограмныя работы*, изъ которыхъ считаю нужнымъ упомянуть слѣдующія, болѣе крупныя и болѣе важныя.

Съ 1 января новаго стиля совмѣстно съ нѣкоторыми Обсерваторіями другихъ странъ стали производиться по предложенію Метеорологическаго Института въ Берлинѣ магнитныя наблюденія по программѣ германской антарктической экспедиціи; эти наблюденія производились дважды въ мѣсяцъ и состояли въ томъ, что каждаго 1 и 15 числа въ опредѣлен-

ные, отъ одного срока къ другому мѣнявшіеся часы, каждый разъ въ теченіе полнаго часа, производились отсчеты варіаціонныхъ приборовъ черезъ каждыя 20 секундъ; эти отсчеты производились одновременно двумя наблюдателями.

Въ этихъ наблюденіяхъ принимали по очереди участіе всѣ научныя силы Обсерваторіи. Къ 1 марта была установлена въ залѣ магнитометровъ регистрирующая часть прибора Эшенгагена, на которой записывались колебанія магнита двунитнаго магнитометра Вильда-Эдельмана, при чемъ барабанъ дѣлалъ въ срочное время одинъ оборотъ въ два часа. Съ 15 марта, по предложенію англійской антарктической Экспедиціи на островѣ Новой Зеландіи, приборъ этотъ дѣйствовалъ каждое 1 и 15 число въ теченіе цѣлыхъ сутокъ по Гринвичскому времени (у насъ приблизительно съ 2 ч. ночи до 2 ч. ночи слѣдующаго дня). Для этихъ наблюденій нужно было въ приборѣ мѣнять бумагу черезъ каждые два часа, что также по очереди исполнялось всѣми научными силами Обсерваторіи.

По предложенію проф. Биркеланда, снарядившаго 4 экспедиціи въ сѣверныя полярныя страны, приборъ Эшенгагена приводился въ дѣйствіе въ указанные имъ дни и часы, въ теченіе 3 мѣсяцевъ, начиная съ декабря отчетнаго года (всего 21 разъ по 2 часа). Для этихъ наблюденій было сдѣлано приспособленіе для автоматическаго включенія и выключенія электрической лампочки. Наконецъ, съ начала ноября по предложенію проф. Биркеланда же производились наблюденія надъ радіаціей перистыхъ облаковъ.

С. И. Савиновъ совмѣстно съ В. В. Шипчинскимъ въ теченіе октября и ноября мѣсяцевъ обстоятельно изслѣдовалъ имѣющіеся у насъ приборы для измѣренія атмосфернаго электричества; между прочимъ они привели въ полный порядокъ установленный на башнѣ электрометръ, калибрировали полученный нами приборъ для измѣренія разсѣянія электричества; въ это же время ими были приготовлены двѣ постоянныя батареи для зарядовъ квадрантовъ электрометра Маскара.

Дубинскій и Савиновъ продолжали въ отчетномъ году детальное опредѣленіе постоянныхъ нашего однонитнаго магнитнаго теодолита Вильда-Фрейберга.

И. К. Надѣину пришлось въ отчетномъ году сдѣлать не малое число измѣреній ординатъ записей магнитографа для постороннихъ лицъ, производившихъ у насъ магнитныя наблюденія для сравненія своихъ приборовъ съ нашими или для опредѣленія постоянныхъ своихъ приборовъ.

Таковыя магнитныя измѣренія производили у насъ въ отчетномъ году слѣдующія лица.

С. Г. Попруженко, приватъ-доцентъ Императорскаго Новороссійскаго Университета, сравнивалъ съ 2 по 7 января ст. ст. магнитный теодолитъ и индукціонный инклинаторъ Одесской Обсерваторіи съ нашими приборами. Жилъ онъ это время въ нашихъ запасныхъ комнатахъ.

Профессоръ Императорскаго Варшавскаго Университета Б. В. Станкевичъ сравнивалъ съ 7 по 10 марта магнитные приборы, которыми онъ пользовался въ своей экспедиціи на Памиръ, съ нашими. Эти дни онъ жилъ также въ нашихъ запасныхъ комнатахъ.

19 апрѣля полковникъ А. И. Вилькицкій, помощникъ Начальника Главнаго Гидрографическаго Управленія, и лейтенантъ П. А. Бровцынъ провѣряли приборы, которыми послѣднему предстояло ближайшимъ лѣтомъ производить магнитныя наблюденія въ Ледовитомъ океанѣ.

1 іюня проф. Императорскаго Московскаго Университета Э. Е. Лейстъ сравнивалъ показанія своихъ магнитныхъ приборовъ съ нашими.

Въ ноябрѣ нѣсколько разъ бывалъ въ Обсерваторіи магистрантъ С. А. Совѣтовъ для ознакомленія съ производствомъ магнитныхъ наблюденій.

27 ноября подполковникъ Н. Н. Оглоблинскій дѣлалъ нѣсколько опредѣленій горизонтальной составляющей для сравненія показаній его походнаго прибора Вильда-Эдельмана съ показаніями нашихъ приборовъ.

Въ декабрѣ нѣсколько дней производилъ опредѣленія постоянныхъ своего прибора лейтенантъ П. А. Бровцынъ послѣ возвращенія изъ экспедиціи на Сѣверный Ледовитый океанъ.

Кромѣ этихъ лицъ, производившихъ магнитныя наблюденія, провелъ въ Обсерваторіи нѣсколько дней, съ 22 по 24 марта, въ нашихъ запасныхъ комнатахъ П. А. Павловъ, завѣдующій сѣтью метеорологическихъ станцій при Восточной Китайской Желѣзной Дорогѣ, для присутствія при установкѣ сейсмографа.

Обсерваторія выдала слѣдующимъ лицамъ разныя просимыя ими справки.

Профессору Вольферу въ Цюрихѣ сообщены среднія годовыя колебанія склоненія за 1900 и 1901 годы.

Въ февралѣ старшему врачу Л.-Г. 1 стрѣлковаго Его Величества батальона С. К. Прутенскому и санитарному врачу въ г. Царскомъ-Селѣ В. П. Соколову сообщены среднія величины метеорологическихъ элементовъ за 1901 годъ.

26 марта проф. Н. Е. Введенскому сообщенъ характеръ записи магнитографа 20 и 22 марта 1902 г.

6 іюня корнетъ князь Д. А. Накашидзе выписалъ среднія температуры съ 1 октября 1901 г. по 1 апрѣля 1902 г. для опредѣленія количества топлива, необходимаго для новаго манежа Л.-Гв. Гусарскаго Его Величества полка.

Командиру Л.-Гв. 4 Стрѣлковаго Императорской Фамиліи батальона въ Царскомъ Селѣ сообщены 21 мая среднія суточныя температуры съ 1 (14) марта по 1 (14) апрѣля, просимыя командиромъ баталіона для отчета о производившихся испытаніяхъ по отопленію казармъ батальона.

6 октября отправлены 21 копія кривыхъ магнитографа въ Вашингтонъ въ Office of the Coast and Geodetic Survey (9—12 апрѣля и 7—10 мая 1902 г. для всѣхъ трехъ элементовъ).

Въ отчетномъ году Обсерваторію посѣтило, по обыкновенію, большое число лицъ. 10 августа осчастливилъ Обсерваторію Своимъ посѣщеніемъ Его Императорское Высочество Великій Князь Владиміръ Александровичъ; Его Высочество особенно интересовался установленнымъ у насъ сейсмографомъ, отмѣтившимъ наканунѣ колебанія почвы. Вмѣстѣ съ

Его Высочествомъ посѣтили Обсерваторію генералъ лейтенантъ Ваксмутъ, полковникъ И. Татищевъ и ротмистръ Кноррингъ.

Изъ другихъ лицъ, посѣтившихъ Обсерваторію, считаемъ пріятнымъ долгомъ упомянуть директора Екатеринбургской Обсерваторіи Г. Ф. Абельса, проф. Арреніуса, проф. А. И. Воейкова, проф. Горнаго Института Н. С. Курнакова, группу членовъ съѣзда дѣятелей по воднымъ путямъ сообщенія, группу офицеровъ Воздухоплавательнаго Парка, группу студентовъ Императорскаго С.-Петербургскаго Университета и Лѣсного Института.

Всѣхъ лицъ, посѣтившихъ Обсерваторію въ теченіе отчетнаго года, было около 200.

Б. Отдѣленіе по изслѣдованію разныхъ слоевъ атмосферы при Константиновской Обсерваторіи.

Личный составъ. Старшимъ наблюдателемъ для завѣдыванія отдѣленіемъ по изслѣдованію разныхъ слоевъ атмосферы назначенъ бывшій инспекторъ метеорологическихъ станцій Николаевской Главной Физической Обсерваторіи В. В. Кузнецовъ, адъюнктомъ — окончившій курсъ математическихъ наукъ въ С.-Петербургскомъ Университетѣ и оставленный при Университетѣ А. В. Носовъ, механикомъ — М. Т. Хохловъ, работавшій ранѣе въ мастерской Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Дѣятельность отдѣленія въ Павловскѣ началась съ мая мѣсяца 1902 года.

Временное помѣщеніе для мастерской было нанято въ селеніи Этюпъ, въ домѣ, принадлежащемъ г. Риттеру. Въ первыхъ числахъ октября домъ отдѣленія былъ настолько законченъ, что въ немъ могли поселиться механикъ и сторожъ и тудаже была перенесена мастерская отдѣленія. До перенесенія мастерской подъемы змѣевъ производились на полѣ, близъ дома г. Риттера, а спускъ шаровъ-зондовъ со двора дома, арендуемаго г. Кузнецовымъ. Послѣ того какъ мастерская была перенесена, и механикъ и сторожъ поселились въ построенномъ для отдѣленія домѣ, подъемы метеорографа на шарахъ-зондахъ и на змѣяхъ производились исключительно съ земли, арендуемой отдѣленіемъ.

На приложенномъ планѣ изображенъ участокъ арендуемой земли для змѣйковаго отдѣленія; на другомъ планѣ въ болѣе мелкомъ масштабѣ указано взаимное положеніе участка обсерваторскаго, упомянутаго арендуемаго участка и 3 столбовъ, съ которыхъ наблюдается положеніе змѣевъ и шаровъ.

Старшему наблюдателю я поручилъ общее руководство работами отдѣленія, производство подъемовъ метеорографа на змѣяхъ и на шарахъ-зондахъ, надзоръ за производствомъ строительныхъ работъ и за изготовленіемъ инструментовъ въ механической мастерской. А. В. Носовъ, помимо участія въ наблюденіяхъ при многихъ подъемахъ, былъ занятъ главнымъ образомъ вычислительными работами: имъ были вычислены почти всѣ подъемы на змѣяхъ, на шарахъ-зондахъ и на шарахъ съ наблюдателями. Кромѣ того имъ были

расположены въ хронологическомъ порядкѣ фотографическіе негативы облаковъ, снятыхъ помощью фотограмметровъ въ 1897—1898 годахъ и сдѣланы для многихъ наблюденій надъ облаками вычисленія высотъ. Съ іюня по сентябрь въ отдѣленіи занимался безвозмездно студентъ М. М. Рыкачевъ, онъ производилъ наблюденія для опредѣленія высотъ облаковъ и шаровъ помощью фотограмметровъ и при подъемахъ метеорографа на змѣяхъ, вычислялъ высоты облаковъ и велъ обработку подъемовъ метеорографа на змѣяхъ.

Механикъ былъ занятъ изготовленіемъ новыхъ приборовъ, починкою приборовъ, потерпѣвшихъ аварію при обрывахъ проволоки, и поднятіями метеорографа на змѣяхъ. Сторожъ занимался изготовленіемъ змѣевъ, плотничными и столярными работами для отдѣленія.

Отдѣленіе участвовало во всѣхъ международныхъ изслѣдованіяхъ разныхъ слоевъ атмосферы, поднимая метеорографы въ назначенные международной комиссіей дни на шарахъ-зондахъ, на змѣяхъ и производя, когда обстоятельства позволяли, совмѣстно съ офицерами С.-Петербургскаго учебнаго воздухоплавательнаго парка наблюденія на свободныхъ шарахъ; обо всѣхъ этихъ изслѣдованіяхъ давались своевременно предварительныя свѣдѣнія въ международную комиссію.

Всего въ отчетномъ году въ отдѣленіи было произведено 47 подъемовъ на змѣяхъ, изъ нихъ:

4	на высоту				до	500	метровъ.
10	»	»	отъ	500 метровъ	»	1000	»
11	»	»	»	1000 »	»	1500	»
7	»	»	»	1500 »	»	2000	»
7	»	»	»	2000 »	»	2500	»
7	»	»	»	2500 »	»	3000	»
1	»	»	»	3530 метровъ.			

Первый резиновый шаръ-зондъ былъ пущенъ изъ Павловска 7 марта.

Всего резиновыхъ шаровъ-зондовъ отдѣленіемъ было пущено 5, изъ которыхъ 3 дали результаты, 1 не былъ найденъ и въ одномъ случаѣ метеорографъ былъ похищенъ нашедшими. Кромѣ того изъ С.-Петербургскаго учебнаго воздухоплавательнаго парка при содѣйствіи Обсерваторіи тоже было пущено 8 бумажныхъ шаровъ, изъ которыхъ 4 дали результаты, одинъ не найденъ, въ двухъ случаяхъ крестьяне испортили запись, и одинъ разъ шаръ былъ выпущенъ неудачно.

Свободные полеты по примѣру прошлыхъ лѣтъ совершались на шарахъ учебнаго воздухоплавательнаго парка совмѣстно офицерами парка и служащими въ Обсерваторіи. Всего было сдѣлано 4 полета, изъ нихъ 3 на свѣтильномъ газѣ и одинъ на водородѣ. Полетъ на водородѣ былъ совершенъ на средства Отдѣленія Константиновской Обсерваторіи и военнаго инженернаго вѣдомства; одинъ изъ полетовъ на свѣтильномъ газѣ—на средства инженернаго вѣдомства и два, какъ очередные учебные, на средства воздухоплавательнаго

парка. Въ трехъ случаяхъ поднимался для производства наблюденій В. В. Кузнецовъ и въ одномъ случаѣ А. В. Носовъ.

Въ отчетномъ году были совершены наивысшіе въ Россіи подъемы метеорографа на змѣяхъ (3530 метровъ), на шарахъ-зондахъ (17710 метровъ) и подъемъ наблюдателей съ научною цѣлью на свободномъ шарѣ, наполненномъ водородомъ (5910 метровъ).

Въ мастерской отдѣленія сдѣлано 3 новыхъ метеорографа для резиновыхъ шаровъ-зондовъ по указаніямъ В. В. Кузнецова, исправлены существенныя поврежденія двухъ метеорографовъ, пострадавшихъ при обрывахъ проволоки. Сдѣланы кольца и вплетены въ проволоку для присоединенія добавочныхъ змѣевъ и намотана нѣсколько разъ проволока на лебедки. Изготовлено 35 новыхъ змѣевъ и многіе, сломавшіеся при подъемахъ, исправлены, изготовленъ ртутно-капиллярный насосъ конструкціи В. В. Кузнецова для выкачиванія воздуха изъ трубокъ Бурдона для барографовъ. Кромѣ того механикъ и сторожъ занимались изготовленіемъ необходимыхъ приспособленій и инструментовъ для мастерской и приведеніемъ ея въ порядокъ.

Съ 4 мая по 4 іюня В. В. Кузнецовъ былъ командированъ на съѣздъ членовъ международной воздухоплавательной комиссіи въ Берлинѣ, а оттуда для ознакомленія съ постановкою дѣла изслѣдованія разныхъ слоевъ атмосферы къ проф. Кеппену въ Гамбургъ и въ динамическую обсерваторію Тесренъ-де-Бора въ Траппѣ (близъ Парижа).

На съѣздѣ были демонстрированы метеорографъ, примѣняемый для подъемовъ на змѣяхъ въ Константиновской Обсерваторіи, и приборъ В. В. Кузнецова для опредѣленія давленія вѣтра на разныхъ высотахъ, приспособленный для поднятія на змѣяхъ. Описаніе послѣдняго прибора было помѣщено въ Извѣстіяхъ Академіи Наукъ (т. XVII, № 1. Іюнь 1902 г.). Для ознакомленія съ пріемами наблюденій на свободныхъ шарахъ, примѣняемыми въ Германіи, г. Кузнецовъ поднимался 11 мая изъ Берлина на шарѣ «Метеоръ» въ 800 куб. м. съ гг. Еліасомъ и Стольбергомъ. На съѣздѣ В. В. Кузнецовъ былъ избранъ членомъ международной воздухоплавательной комиссіи.

Перечень полетовъ шаровъ и змѣевъ за 1902 годъ. [1])

Шары-зонды.

1) 9 января бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Кранъ у балластнаго мѣшка не былъ открытъ.
2) 6 февраля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Не найденъ.
3) 6 марта бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ села Сольцы на Волховѣ. Крестьяне испортили регистрацію.

---

1) Всѣ числа даны по новому стилю.

4) 7 марта резиновый шаръ-зондъ съ парашютомъ выпущенъ изъ Конст. Обсерв. Не найденъ.

5) 3 апрѣля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ деревни Купчино. Макс. высота 7740 м. Мин. темп. — 40°.7.

6) 1 мая бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ Войтолова Шлиссельб. уѣзда. Макс. высота 7340 м. Мин. темп. — 45°.6.

7) 5 іюня бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ дер. Вязовки Борович. уѣзда. Макс. высота 9880 м. Мин. темп. — 40°.6.

8) 3 іюля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ села Важино на Свири. Крестьяне испортили регистрацію.

9) 7 августа бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился на Тучковомъ Буянѣ. Макс. высота 2540 м. Мин. темп. — 1°.3.

10) 4 сентября резиновый шаръ-зондъ съ парашютомъ выпущенъ изъ Конст. Обсерв. Спустился у Большой Вишеры. Макс. высота 10890 м. Мин. темп. — 49°.7.

11) 2 октября два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустились близъ дер. Клуколово Новгородскаго уѣзда. Макс. высота 13980 м. Мин. темп. — 55°.1.

12) 6 ноября два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ Конст. Обсерв. Спустились близъ дер. Боровой Оршанскаго уѣзда Могилевской губ. Корзинки съ приборомъ не оказалось.

13) 4 декабря два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ Конст. Обсерв. Спустились близъ ст. Сала въ 12 в. отъ Нарвы. Макс. высота 17710 м. Мин. темп. — 63°.5.

Свободные полеты.

1) 3 іюля выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генералъ Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Большевымъ, Securityанько и Кузнецовымъ. Спустился близъ Луги. Макс. высота 2980 м. Мин. темп. — 4°.2.

2) 7 августа выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генералъ Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Крицкимъ, Лавровымъ и Кузнецовымъ. Спустился близъ Шлиссельбурга. Макс. высота 2550 м. Мин. темп. — 0°.8.

3) 2 октября выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка шаръ «Генералъ Ванновскій», наполненный водородомъ, съ наблюдателями кн. Баратовымъ и Кузнецовымъ. Спустился близъ дер. Нащи Новгородскаго уѣзда. Макс. высота 5910 м. Мин. темп. — 29°.6.

4) 6 ноября выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генералъ Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Крицкимъ и Носовымъ. Спустился близъ дер. Островъ Новгородскаго уѣзда. Макс. выс. 3420 м. Мин. темп. — 20°.2.

Змѣи.

№№ по порядку.	МѢСЯЦЪ и ЧИСЛО.	ВРЕМЯ.[1]	Максимал. высота.	Минимал. темпер.	Темпер. на землѣ.
1	8 Января	1^h10^m p.— 4^h10^m p.	1660^m	—11°0	— 2°6
2	9 Января	10 18 a.— 2 0 p.	1160	— 9.1	— 1.4
3	7 Февраля	2 30 p.— 3 30 p.	620	—15.1	—10.4
4	6 Марта	11 45 a.— 1 30 p.	720	—10.5	— 8.0
	Новое отдѣленіе.				
5	2 Мая	9 17 a.— 2 28 p.	2520	—10.6	+ 6.5
6	5 Іюня	10 33 a.— 4 27 p.	2010	— 2.9	+13.9
7	20 Іюня	2 13 p.— 8 50 p.	1740	+ 9.5	+18.6
8	20—21 Іюня	10 23 p.— 2 26 a.	920	+11.1	+11.5
9	21 Іюня	2 45 a.— 7 16 a.	1920	+ 8.8	+11.0
10	23 Іюня	2 27 p.— 5 2 p.	1520	+ 5.4	+15.0
11	25 Іюня	4 30 p.— 7 46 p.	1570	— 2.8	+12.6
12	2 Іюля	2 42 p.— 7 30 p.	2480	— 0.8	+16.4
13	3 Іюля	3 6 p.— 9 41 p.	2260	— 1.1	+12.6
14	11 Іюля	12 1 p.— 3 36 p.	1230	+ 6.4	+18.7
15	12 Іюля	3 45 p.— 4 52 p.	780	—	—
16	15 Іюля	2 24 p.— 5 45 p.	1590	+ 5.8	+18.8
17	15 Іюля	8 7 p.— 8 44 p.	700	+10.6	+16.1
18	28 Іюля	12 32 p.— 6 26 p.	2290	+ 0.1	+21.2
19	28 Іюля	7 55 p.—10 20 p.	1410	+ 6.2	+16.4
20	28—29 Іюля	10 52 p.— 3 47 a.	2280	— 0.3	+15.0
21	29 Іюля	4 32 a.— 8 16 a.	2670	— 5.5	+12.2
22	26 Августа	10 7 a.—10 44 a.	1320	+ 5.6	+13.4
23	4 Сентября	8 3 a.— 9 14 a.	680	+ 9.3	+10.2
24	4 Сентября	10 22 a.— 3 8 p.	2060	+ 3.9	+13.1
25	4 Сентября	5 35 p.— 8 16 p.	1400	+ 9.4	+16.8
26	5 Сентября	9 59 a.— 1 36 p.	1980	+ 3.8	+15.1
27	5 Сентября	3 49 p.— 6 13 p.	1220	+ 6.9	+17.7
28	17 Сентября	3 6 p.— 6 38 p.	1790	+ 1.0	+13.1
29	18 Сентября	2 40 p.— 3 21 p.	800	+ 4.6	+12.9
30	18 Сентября	3 54 p.— 6 4 p.	1220	+ 2.2	+11.5
31	1 Октября	10 33 a.— 1 2 p.	1400	—10.4	+ 2.3
32	3 Октября	10 6 a.—10 55 a.	430	+ 1.8	+ 5.7
33	3 Октября	11 5 a.—11 45 a.	450	+ 1.7	+ 6.4
34	10 Октября	3 15 p.— 7 32 p.	2820	— 8.4	+ 5.0
35	30 Октября	2 28 p.— 4 22 p.	1080	— 2.1	+ 5.5
36	5 Ноября	9 12 a.— 1 13 p.	2710	—17.2	+ 0.1
37	6 Ноября	11 30 a.— 7 13 p.	2890	—18.7	— 5.2
38	7 Ноября	1 45 p.— 6 42 p.	2820	—12.8	— 4.2
39	21 Ноября	2 42 p.— 3 45 p.	560	— 9.2	— 3.9
40	22 Ноября	10 5 a.— 1 29 p.	2280	—14.6	—10.1
41	10 Декабря	3 22 p.— 3 58 p.	230	— 3.8	— 2.8
42	11 Декабря	11 39 a.— 4 37 p.	2550	— 5.1	— 1.1
43	12 Декабря	10 56 a.—12 24 p.	650	— 3.8	— 1.0
44	12 Декабря	3 36 p.— 5 22 p.	1060	— 2.9	— 0.7
45	13 Декабря	10 17 a.—12 43 p.	1320	— 4.6	— 1.7
46	14 Декабря	11 48 a.— 5 12 p.	3530	—10.0	— 6.2
47	25 Декабря	10 27 a.—11 22 a.	400	— 2.0	+ 0.7
48	25 Декабря	3 33 p.— 4 56 p.	630	— 2.9	+ 1.3
49	26 Декабря	2 30 p.— 3 30 p.	1060	— 6.8	+ 0.4
50	27 Декабря	11 50 a.— 1 42 p.	670	— 6.4	— 3.9
51	28 Декабря	4 21 p.— 6 10 p.	800	—11.9	— 7.2

1) Согласно съ международнымъ обозначеніемъ *a* — обозначаетъ часы пополуночи, *p* — часы пополудни.

XII. Тифлисская Физическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Тифлисской Физической Обсерваторіи, С. В. Гласекъ, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Въ отчетномъ году постигло Обсерваторію несчастіе, глубоко повліявшее на ея успѣшную и правильную дѣятельность. Въ ночь съ 1-го на 2-е сентября вспыхнулъ въ западной деревянной пристройкѣ Обсерваторіи, служившей для астрономическихъ наблюденій, пожаръ. Вслѣдствіе поздняго сравнительно прибытія пожарной команды, огонь успѣлъ распространиться и на сѣверную деревянную пристройку и проникъ затѣмъ въ башню Обсерваторіи и отчасти въ архивное ея помѣщеніе, надъ центральнымъ заломъ Обсерваторіи. Обѣ деревянныя пристройки, крыша и полъ башни, а также деревянная лѣстница сгорѣли, пострадало также архивное помѣщеніе. Огонь проникъ также въ смежное съ западной пристройкой каменное зданіе, въ которомъ помѣщались магнитометры Эдельмана; крыша этого помѣщенія тоже сгорѣла.

Появленіе огня въ такое позднее время, между 1 и 2 часомъ ночи, въ зданіи, гдѣ въ 10 часовъ вечера прекращаются всѣ занятія и дежурный наблюдатель уходитъ, передавъ ключъ отъ дверей ночному сторожу, явилось весьма подозрительнымъ. Оно тѣмъ болѣе загадочно, что пожаръ начался въ помѣщеніи для астрономическихъ наблюденій, которыя производятся лишь одинъ или два раза въ мѣсяцъ; обыкновенно же комната пустуетъ, представляя изъ себя совершенно пустой залъ съ двумя каменными столбами, на одномъ изъ которыхъ былъ установленъ пассажный инструментъ. Если прибавить къ этому постоянное присутствіе ночного сторожа, доказанное контрольными часами, не замѣтившаго до послѣдней минуты ничего подозрительнаго, и внезапное появленіе огня, охватившаго сразу почти всю южную стѣну зданія, какъ разъ въ то время, когда сторожъ долженъ былъ удалиться на улицу, то невольно пришлось придти къ убѣжденію, что имѣется дѣло съ поджогомъ, о чемъ я своевременно сообщалъ въ особомъ рапортѣ, на имя Директора Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, академика Рыкачева, для доклада Императорской Академіи Наукъ.

Открытые затѣмъ явные признаки поджога побудили меня энергично настоять на производствѣ слѣдствія, которое, однако, не привело къ рѣшительнымъ результатамъ.

Хотя большинство инструментовъ удалось спасти, благодаря энергичной помощи гг. офицеровъ стрѣлковаго батальона съ ихъ солдатами и самоотверженной дѣятельности служащихъ въ Обсерваторіи лицъ, Обсерваторія всетаки понесла нѣкоторыя чувствительныя потери. Особенно печальна была потеря всѣхъ анемометровъ, установленныхъ на башнѣ, такъ какъ, за неимѣніемъ запаснаго анемометра (онъ тоже находился временно на башнѣ и сгорѣлъ), пришлось на время прекратить записи анемографа. Опредѣленія времени можно было продолжать въ павильонѣ для абсолютныхъ измѣреній, хотя нашъ пассажный инструментъ погибъ. Сгорѣлъ тоже старый анемографъ Вильда-Гаслера, находившійся въ

башенной комнатѣ. Изъ магнитныхъ инструментовъ пострадали болѣе всего варіаціонные приборы Эдельмана. Самые приборы спасены, но сильно пострадали подзорныя къ нимъ трубы, одна изъ которыхъ стала совсѣмъ не пригодною. Сгорѣли также Гаслеровскіе часы; самый механизмъ, однако, уцѣлѣлъ, и они будутъ приведены въ порядокъ. Самымъ печальнымъ было то, что ни одинъ инструментъ не остался на своемъ мѣстѣ; даже приборы, помѣщенные въ нишахъ въ центральномъ залѣ, и тѣ были вынесены. Такъ какъ при спасаніи помогали и неумѣлыя руки, то само собою понятно, что впослѣдствіи оказывались поврежденія чисто механическаго характера, причинившія намъ много труда и хлопотъ. Не смотря на то, регистрація температуры и влажности нормальными инструментами была возобновлена къ вечеру того же дня. Записи давленія воздуха продолжались помощью барографа Ришара, такъ какъ нормальный, тяжелый барографъ Вильда-Гаслера пострадалъ при его переноскѣ изъ центральной залы. Къ счастью, нетронутымъ остался подвалъ, такъ что магнитографъ и сейсмографъ не дѣйствовали только нѣсколько часовъ, такъ какъ во время пожара пришлось потушить бензиновыя лампы, во избѣжаніе взрыва. Такимъ образомъ, всѣ записи были возобновлены въ самомъ непродолжительномъ времени, за исключеніемъ записей силы и направленія вѣтра, по вышеприведеннымъ причинамъ, хотя анемографъ Рорданца и былъ спасенъ. Вновь выстроенный подвалъ для сейсмографовъ, вполнѣ подготовленный для установки въ немъ приборовъ (сейсмографа Мильна и вертикальнаго маятника Канкани), хотя и уцѣлѣлъ, но находившаяся надъ нимъ южная пристройка сгорѣла, такъ что своды его обнажились; кромѣ того, потолокъ устроеннаго вокругъ него корридора, служившій одновременно поломъ помѣщенія южной пристройки, настолько сильно пострадалъ, что возобновить въ подвалѣ отопленіе въ ближайшее время оказалось невозможнымъ. Установку сейсмографовъ пришлось, такимъ образомъ, отложить до окончательнаго возстановленія южной пристройки. Всѣ потери, которыя понесла Обсерваторія отъ пожара, включая и погибшіе инструменты, выражаются суммою въ десять тысячъ семьсотъ рублей. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что въ смѣтѣ расходовъ на возстановленіе сгорѣвшихъ построекъ имѣются въ виду постройки каменныя, вмѣсто прежнихъ деревянныхъ.

Пользуюсь настоящимъ случаемъ выразить мою глубочайшую благодарность его сіятельству Главноначальствующему Гражданскою Частью на Кавказѣ, князю Г. С. Голицыну, не только за любезно предложенную денежную помощь на неотложные расходы, оказавшую намъ громадную услугу, но и за тѣ сердечныя и ободряющія слова, высказанныя при посѣщеніи пожарища, оцѣнить которыя въ полной мѣрѣ можно только въ минуту истинной и глубокой печали.

Не могу не отмѣтить также отраднаго факта безкорыстнаго труда на пользу учрежденія, въ переживаемое имъ тяжелое время, который безвозмездно приносили г. Домбровскій, и г-жи Мошкина, Щуцкая и Ягулова, посвящавшія нѣсколько мѣсяцевъ подъ рядъ все свободное время, до поздняго вечера, разборкѣ и приведенію въ порядокъ архива Обсерваторіи. Руководилъ этими работами и составленіемъ списковъ старшій наблюдатель Фигуровскій.

Въ отчетномъ году Обсерваторія потеряла одного изъ сотрудниковъ въ лицѣ П. Н. Бровкина, скончавшагося 15-го апрѣля, послѣ продолжительной и тяжкой болѣзни. Покойный поступилъ, по вольному найму, въ 1895 г. на должность младшаго наблюдателя и исполнялъ свои обязанности въ теченіе этихъ семи лѣтъ съ рѣдкой добросовѣстностью и аккуратностью. Страдая чахоткой и не смотря на постепенный упадокъ силъ, онъ не соглашался, однако, почти до послѣдней минуты, оставить свой постъ, исполняя все съ обычной добросовѣстностью. П. Н. Бровкинъ отличался любезнымъ и уживчивымъ характеромъ, пользовался всеобщимъ уваженіемъ своихъ сослуживцевъ и оставилъ у всѣхъ воспоминаніе хорошаго товарища и скромнаго, неутомимаго труженика.

I. Администрація и матеріальная часть.

Въ теченіе отчетнаго года произошли слѣдующія перемѣны въ личномъ составѣ Обсерваторіи: 15-го апрѣля скончался состоявшій наблюдателемъ П. Н. Бровкинъ. Съ 25-го мая оставилъ Обсерваторію по болѣзни состоявшій вычислителемъ В. Ѳ. Бердзеновъ.

Съ 22-го апрѣля началъ знакомиться съ производствомъ наблюденій и вычисленій Д. К. Гургенидзе, который съ 20-го іюня зачисленъ нештатнымъ наблюдателемъ-вычислителемъ.

Съ 27-го мая на такое же мѣсто нештатнаго вычислителя-наблюдателя поступилъ И. А. Рогулинъ.

Съ 20-го іюля оставила службу въ Обсерваторіи состоявшая наблюдательницей-вычислительницей З. В. Знаменская.

Съ 28-го мая началъ заниматься и съ 1-го іюня зачисленъ нештатнымъ вычислителемъ Б. М. Слуцкій.

Съ 26-го апрѣля начала заниматься и съ 20-го мая зачислена нештатной вычислительницей А. І. Ягулова.

Отпускомъ въ отчетномъ году пользовались:

Директоръ Обсерваторіи С. В. Гласекъ съ 22-го февраля на два мѣсяца, по болѣзни. На возвратномъ пути имъ осмотрѣны метеорологическія станціи на сѣверномъ Кавказѣ— Ставрополь и Тихорѣцкая. Возвратился изъ поѣздки 1-го мая.

Съ 26-го февраля по 15-е апрѣля числился въ отпуску по болѣзни П. Н. Бровкинъ.

По болѣзни же получилъ отпускъ на 1 мѣсяцъ съ 25-го апрѣля по 25-е мая В. Ѳ. Бердзеновъ.

Старшій наблюдатель И. В. Фигуровскій былъ въ командировкѣ съ 29-го октября по 6-е ноября для установки сейсмографовъ Боша въ г. Шемахѣ и съ 10-го по 20-е ноября для осмотра метеорологическихъ станцій въ Большомъ Караклисѣ, Джаджурахъ, Александрополѣ и Карсѣ.

Канцелярія и библіотека. Дѣла канцеляріи велъ старшій наблюдатель И. В. Фигуровскій, при чемъ, въ качествѣ письмоводителя, ему помогала А. Н. Мошкина.

По журналамъ въ отчетномъ году значится 3935 нумеровъ входящихъ бумагъ, посылокъ и пакетовъ 6365 номеровъ исходящихъ. Въ эти числа не вошли ежедневно получаемыя съ 18 станцій на Кавказѣ телеграммы о погодѣ.

Библіотекой завѣдывалъ помощникъ директора Р. Ѳ. Ассафрей; она увеличилась въ отчетномъ году на 338 томовъ, картъ и брошюръ. Подъ руководствомъ г. Ассафрея занималась въ библіотекѣ въ январѣ мѣсяцѣ г-жа Знаменская, потомъ г-жа Щуцкая до конца мая по понедѣльникамъ, а съ іюня до конца ноября ежедневно по одному часу во внѣурочное время, за особую плату. Съ 20-го сентября до конца года занималась въ библіотекѣ г-жа Т. Р. Ассафрей три раза въ недѣлю по два часа.

Инструменты и механическая мастерская. Въ 1902 г. пріобрѣтены покупкою слѣдующіе инструменты:

Барографъ Ришара (малый)	1
Анероидъ	1
Солнечные часы Флеше	1
Психрометрическій термометръ	1
Волосной гигрометръ	1
Флюгеръ съ указателемъ силы вѣтра	1
Дождемѣровъ	2
Защита	1
Стакановъ	2
Контрольные часы	1
Нивеллиръ системы Эго съ ящикомъ и штативомъ	1
Совокъ для выгребанія снѣга изъ омбро-атмографа	1
Электрическіе контактные часы	1

Изъ имѣющагося запаса Обсерваторіи отпущено безплатно 22 различныхъ прибора и принадлежностей къ нимъ метеорологическимъ станціямъ сѣти Обсерваторіи, а именно:

Анероидовъ	2
Психрометрическихъ термометровъ	4
Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ	1
Волосной гигрометръ	1
Минимальныхъ термометровъ	2
Флюгеръ	1
Дождемѣровъ	6
Защитъ	3
Стакановъ	2

Механическая мастерская исполняла текущія работы по исправленію поврежденныхъ инструментовъ Кавказскихъ станцій, по содержанію въ порядкѣ самопишущихъ и другихъ

приборовъ Обсерваторіи, по упаковкѣ инструментовъ, предназначенныхъ для отправки на метеорологическія станціи. Два раза въ недѣлю заряжались подъ присмотромъ механика аккумуляторы для электрическаго освѣщенія подваловъ.

Кромѣ этихъ обычныхъ работъ, слѣдуетъ еще отмѣтить слѣдующія: установленъ, первоначально въ видѣ пробы, грозоотмѣтчикъ Boggio-Lera въ главномъ зданіи Обсерваторіи; послѣ того, когда оправдались мои опасенія, что приборъ будетъ отвѣчать на электрическіе разряды во время контактовъ анемометровъ, онъ былъ снятъ и окончательно установленъ въ кабинетѣ директора. Сейсмографъ Cancani, вслѣдствіе небрежной упаковки, значительно пострадавшій во время пересылки, приведенъ въ полный порядокъ; къ нему изготовлена свинцовая гиря, вѣсомъ въ 300 килограммовъ. Перенесенъ и установленъ на новомъ столбѣ въ физическомъ кабинетѣ сейсмографъ Мильна. Установлена новая будка для эвапорометра и въ ней приборъ. Съ сентября мѣсяца механикъ былъ занятъ, главнымъ образомъ, починкой и приведеніемъ въ порядокъ пострадавшихъ во время пожара приборовъ и установкой таковыхъ. При этомъ не мало времени и труда потребовало возобновленіе всѣхъ электрическихъ проводовъ. Изъ болѣе крупныхъ работъ, произведенныхъ въ отчетномъ году, отмѣтимъ еще установку новыхъ анемометровъ на башнѣ и анемографа Рорданца.

Обязанности смотрителя зданій исполнялъ, какъ и въ прежніе годы, механикъ Обсерваторіи.

Состояніе и ремонтъ зданій. Въ отчетномъ году, кромѣ мелкихъ ремонтныхъ работъ въ отдѣльныхъ квартирахъ и починки наружныхъ стѣнъ зданій, произведена полная дезинфекція и ремонтъ бывшей квартиры Бровкина и необходимыя работы въ южной деревянной пристройкѣ, подъ которой строился подвалъ для сейсмографовъ Мильна, Боша (тяжелый горизонтальный маятникъ) и Cancani (вертикальный маятникъ). Постройка новаго подвала произведена частью на средства Обсерваторіи, частью же на суммы, отпущенныя для этой цѣли Сейсмической Комиссіей.

Новый подвалъ, подробное описаніе котораго будетъ дано особо, представляетъ изъ себя продолговатый прямоугольникъ со сводчатымъ потолкомъ; длинная сторона его расположена какъ разъ по астрономическому меридіану. Подвалъ окруженъ со всѣхъ сторонъ корридоромъ, въ который попадаетъ согрѣтый особымъ калориферомъ воздухъ. Изъ корридора воздухъ попадаетъ уже во внутрь подвала и можетъ быть оттуда направленъ, по желанію, опять въ калориферъ, для вторичнаго нагрѣванія (ради экономіи топлива), или же въ дымовую трубу, наружу. Въ одномъ концѣ подвала устроена какъ бы особая комнатка, высокій сводъ которой постепенно принимаетъ форму башни, заканчивающейся массивнымъ бетоннымъ куполомъ, въ видѣ полушарія. Высота этой башни соотвѣтствуетъ длинѣ вертикальнаго маятника, для подвѣшиванія котораго она предназначена, и все строеніе защищено снаружи южной пристройкой, подъ которой находится весь подвалъ; такимъ образомъ, всякое непосредственное вліяніе вѣтра исключено. Подвалъ этотъ соединенъ съ другими подвалами, такъ что ко всѣмъ подваламъ имѣется только одинъ общій входъ, пользоваться которымъ, однако, сторожу для отопленія подваловъ не приходится. Все было

уже подготовлено для установки сейсмографовъ, когда произошелъ пожаръ! Южная пристройка сгорѣла, и башня для вертикальнаго маятника осталась вслѣдствіе этого безъ всякой защиты, а потолокъ корридора настолько пострадалъ, какъ это упомянуто выше, что отапливать помѣщеніе не было возможности. Пришлось установку отложить до возстановленія южной пристройки.

Благодаря разрѣшенію Августѣйшаго Президента Императорской Академіи Наукъ воспользоваться любезно предложенными княземъ Голицынымъ деньгами, въ суммѣ одной тысячи рублей, немедленно было приступлено къ самымъ необходимымъ работамъ по возстановленію пострадавшихъ зданій. Къ концу отчетнаго года было приведено въ полный порядокъ главное, каменное зданіе Обсерваторіи; 24-го ноября, вечеромъ, начались уже регистраціи анемографа, такъ какъ анемометръ былъ уже установленъ на новой, покрытой цинкомъ крышѣ башни. Къ декабрю была окончена внутренняя отдѣлка главнаго зданія, и можно было приступить къ установкѣ магнитометровъ Купфера въ нишахъ столбовъ, поддерживающихъ сводъ башни. Что касается пристроекъ, то пришлось ограничиться временными досчатыми и брезентными крышами, дабы защитить своды подваловъ, оставшіеся безъ прикрытія, отъ дождя и сырости.

II. Дѣятельность учрежденія какъ магнитной, метеорологической и сейсмической обсерваторіи.

Непосредственныя наблюденія и обработка самопишущихъ приборовъ производились подъ ближайшимъ руководствомъ помощника директора Р. Ѳ. Ассафрея, которому былъ порученъ также надзоръ за печатаніемъ этихъ наблюденій. Въ отчетномъ году доведено до конца печатаніе наблюденій за 1899 г. и начато печатаніе 1900 года.

Производствомъ непосредственныхъ наблюденій и обработкою самопишущихъ приборовъ занимались въ теченіе всего года гг. Е. А. Ильинъ и П. Г. Узнадзе; до 25 февраля П. А. Бровкинъ, который съ этого времени слегъ и 15 апрѣля скончался. На его мѣсто поступилъ 27 мая И. А. Рогулинъ. Г-жа З. С. Знаменская участвовала въ наблюденіяхъ и вычисленіяхъ до 20 іюня, потомъ въ теченіе слѣдующаго мѣсяца только въ вычисленіяхъ и оставила службу въ Обсерваторіи 20 іюля. На ея мѣсто поступилъ Д. К. Гургенидзе, работавшій уже въ Обсерваторіи съ 22 апрѣля, подготавливаясь къ производству наблюденій и обработкѣ записей самопишущихъ приборовъ. Тѣ же лица занимались и чтеніемъ корректуръ.

Правильный ходъ наблюденій, нарушенный пожаромъ, и свѣдѣнія о пострадавшихъ инструментахъ описаны въ общихъ чертахъ выше, здѣсь же я приведу нѣкоторыя подробности.

Прекратившіяся непосредственныя магнитныя наблюденія по варіаціоннымъ инстру-

ментамъ Купфера и Эдельмана возобновились лишь въ декабрѣ мѣсяцѣ по приборамъ Купфера. До этого времени непосредственныя наблюденія производились помощью колиматоровъ магнитографа, въ записяхъ котораго произошелъ перерывъ лишь на нѣсколько часовъ. Абсолютныя измѣренія производились, какъ и прежде, гг. Ассафреемъ и Фигуровскимъ безъ пропусковъ, такъ какъ ни павильонъ, ни соотвѣтственные инструменты не пострадали.

Давленіе воздуха обрабатывалось послѣ пожара по барографу Ришара, такъ какъ у барографа Вильда-Гаслера была разбита трубка и повреждены нѣкоторыя металлическія части. Непосредственные отсчеты производились по контрольному барометру Вильда-Фуса № 228, такъ какъ станціонный барометръ Туреттини оказался неисправнымъ.

Термографъ и гигрографъ Ришара были водворены на свое прежнее мѣсто, послѣ незначительной починки, къ вечеру въ день пожара.

Омбро-атмографъ Рорданца остался невредимымъ и продолжалъ дѣйствовать безпрерывно.

У геліографа Кемпбеля лопнули во время пожара шаръ и стекляный колпакъ. Къ 1-му октября нов. ст. установленъ на особомъ деревянномъ столбѣ другой приборъ такой же системы.

Записи анемографа возобновились лишь 24-го ноября, вечеромъ, послѣ окончательной установки анемографа Рорданца.

Наблюденія надъ облачностью для международной воздухоплавательной комиссіи продолжались и въ отчетномъ году.

Съ 1 января начались международныя магнитныя наблюденія для южнополярной экспедиціи. Данныя для полныхъ часовъ по Гринвичскому времени измѣрялись по записямъ магнитографа, а учащенныя наблюденія въ срочные часы дѣлались непосредственно по тому же магнитографу тремя наблюдателями одновременно, въ теченіе круглаго года.

Опредѣленія времени производились г. Ассафреемъ, до пожара на прежнемъ мѣстѣ, а послѣ пожара въ павильонѣ для абсолютныхъ измѣреній, помощью теодолита Репсольда.

Для метеорологическихъ станцій и частныхъ лицъ провѣрены въ Обсерваторіи:

15 анероидовъ и
5 ртутныхъ барометровъ.

30 августа мною установленъ и пущенъ въ ходъ тяжелый страсбургскій маятникъ Боша въ казематѣ батареи Михайловской крѣпости въ Батумѣ. Уходъ за инструментомъ любезно приняли на себя гг. офицеры минной роты.

4-го ноября установленъ и пущенъ въ ходъ такой же приборъ старшимъ наблюдателемъ Фигуровскимъ въ Шемахѣ, при городскомъ училищѣ, въ спеціальномъ, особо выстроенномъ помѣщеніи.

III. Изданіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Физической Обсерваторіи.

Съ отчетнаго года, по ходатайству Императорской Академіи Наукъ, отпущены изъ Государственнаго Казначейства постоянныя средства на изданіе бюллетеня, въ размѣрѣ 3160 руб. ежегодно, изъ которыхъ 1200 руб. положено на расходы по изданію бюллетеня, а остальныя на содержаніе двухъ вновь учрежденныхъ при Обсерваторіи должностей — Старшаго и Младшаго наблюдателей.

Указанныя средства дали возможность Обсерваторіи въ первомъ же году значительно расширить и усовершенствовать свое изданіе, при чемъ Обсерваторія руководствовалась также выяснившимися изъ офиціальныхъ сообщеній запросами и потребностями, главнымъ образомъ, мѣстныхъ правительственныхъ и общественныхъ учрежденій.

Кромѣ двухъ таблицъ съ подробными данными о температурѣ и осадкахъ, начиная съ отчетнаго года, въ бюллетенѣ помѣщается еще таблица III-я, куда вошли: давленіе воздуха на уровнѣ станціи и на уровнѣ моря и отклоненіе мѣсячнаго средняго давленія отъ нормальнаго (по атласу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи), средняя относительная влажность воздуха, вѣтеръ (средняя сила и господствующее направленіе) и облачность (средняя, число ясныхъ, пасмурныхъ и отчасти пасмурныхъ дней).

Для нагляднаго изображенія отклоненій осадковъ отъ нормы по районамъ, прибавлена вторая карта, гдѣ 6-ю оттѣнками двухъ красокъ отмѣчались районы съ отклоненіями осадковъ выше нормальныхъ—отъ 0 до 10, отъ 10 до 30 и выше 30 мм., и съ отклоненіями ниже нормы въ тѣхъ же предѣлахъ.

Соотвѣтственно расширенію печатающагося матеріала расширенъ и текстъ бюллетеня, куда, кромѣ обычныхъ ранѣе рубрикъ, вошли свѣдѣнія о распредѣленіи давленія воздуха, влажности воздуха и облачности; число таблицъ въ текстѣ увеличилось двумя—въ одной давались для отдѣльныхъ станцій отклоненія температуры отъ нормы за текущій мѣсяцъ и сумма отклоненій съ 1 января текущаго года по данный мѣсяцъ включительно; въ другой для 9 районовъ, на которые былъ раздѣленъ Кавказъ, и для Ленкорани, характеризующей 10-й районъ — Ленкоранскую низменность, давалось среднее количество осадковъ за мѣсяцъ, отклоненіе отъ нормы за текущій мѣсяцъ и сумма отклоненій съ 1 января текущаго года по данный мѣсяцъ включительно.

Вычисленіемъ и провѣркой наблюденій для печатанія въ ежемѣсячномъ бюллетенѣ, составленіемъ таблицъ и чтеніемъ корректуръ, подъ руководствомъ И. В. Фигуровскаго, занимались Н. Л. Домбровскій весь годъ, г-жа Костанова съ 18 марта по 19 мая и А. I. Ягулова съ 20 мая по конецъ года. Текстъ бюллетеня составлялся И. В. Фигуровскимъ; обѣ карты вычерчивались одновременно директоромъ Обсерваторіи и г. Фигуровскимъ, которыя затѣмъ сличались, и разногласія, по обсужденіи ихъ, исправлялись.

Въ слѣдующей таблицѣ приводится число станцій, наблюденія которыхъ печатались въ Ежемѣсячномъ Бюллетенѣ:

	Температура.	Давленіе и влажность воздуха, вѣтеръ и облачность.	Осадки.
Январь	52	41	151
Февраль	60	43	154
Мартъ	59	44	163
Апрѣль	60	42	164
Май	57	42	151
Іюнь	62	42	153
Іюль	62	42	142
Августъ	62	43	144
Сентябрь	61	43	143
Октябрь	60	43	142
Ноябрь	62	43	149
Декабрь.	64	43	148
Среднее.	60	43	150

Ежемѣсячный Бюллетень разсылался въ количествѣ 276 экземпляровъ по Кавказу, 76 экземпляровъ по Россіи и 15 экземпляровъ за границу.

Къ сожалѣнію, вслѣдствіе прекращенія субсидіи со стороны Императорскаго Кавказскаго Общества Сельскаго Хозяйства, Обсерваторія вынуждена была отказаться отъ передачи въ его распоряженіе 300 экземпляровъ, по примѣру прежнихъ лѣтъ, для разсылки его членамъ и корреспондентамъ и сократить число печатаемыхъ экземпляровъ съ 700 до 450.

Для Ежемѣсячнаго Бюллетеня Николаевской Главной Физической Обсерваторіи составлялись каждый мѣсяцъ выводы изъ наблюденій для 2 — 3 станцій надъ всѣми элементами и въ среднемъ для 20 станцій на сѣверномъ Кавказѣ изъ наблюденій надъ осадками.

IV. Завѣдываніе сѣтью кавказскихъ метеорологическихъ станцій.

Непосредственный надзоръ за работами по провѣркѣ и вычисленію наблюденій всѣхъ Кавказскихъ метеорологическихъ станцій II и III разряда, подчиненныхъ Тифлисской Физической Обсерваторіи, и въ настоящемъ году былъ порученъ Старшему Наблюдателю И. В. Фигуровскому. Вычисленіемъ и провѣркою наблюденій, подъ его руководствомъ, занимались:

М. Н. Щуцкая весь годъ.

В. Ѳ. Бердзеновъ съ 1 января по 25 апрѣля.

Б. М. Слуцкій съ 28 мая по конецъ года.

А. I. Ягулова съ 26 апрѣля по конецъ года.

Изъ указаннаго времени слѣдуетъ исключить слѣдующіе дни и часы, когда нѣкоторые

вычислители занимались другими работами, а именно: М. Н. Щуцкая съ 4 февраля по 1 іюня по понедѣльникамъ занималась весь день въ библіотекѣ; Б. М. Слуцкій съ 1 іюня 3 раза въ недѣлю, а съ 23 сентября ежедневно занимался обработкой сейсмограммъ по $2^1/_2$ часа въ день.

Провѣркой и вычисленіемъ наблюденій сѣти станцій въ свободное отъ другихъ своихъ непосредственныхъ работъ время занимались также Н. Л. Домбровскій и А. І. Ягулова (съ 20 мая).

Для ускоренія обработки наблюденій сѣти станцій были установлены, за особую плату, вечернія работы. Работали, по 3 часа ежедневно, Н. Л. Домбровскій съ 16 августа по 20 сентября и Б. М. Слуцкій въ теченіе одного мѣсяца.

Съ 20-го сентября Н. Л. Домбровскій, за особую плату, занимался по вечерамъ до конца года по $1^1/_2$ часа ежедневно.

Въ отчетномъ году вновь открыты или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи II разряда:

Станціи 1 класса.

Самтреди, Кутаисской губ.
Джаджуръ, Эриванской губ.

Станціи 2 класса.

Рикотскій перевалъ, Тифлисской губ.
Дампало, Тифлисской губ.
Цеми, Тифлисской губ.
Геокъ-Тапа, Елисаветпольской губ.

Станція 3 класса.

Ильинская, Кубанской обл.

Изъ вновь открытыхъ въ 1902 г. станція *Самтреди*, *Джаджуръ* и *Цеми* устроены на средства Управленія Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ; *Рикотскій перевалъ*—на средства землевладѣльца Р. Э. Регеля; *Дампало*—на средства Удѣльнаго Вѣдомства; *Геокъ-Тапа* — на средства Тифлисской Физической Обсерваторіи и помѣщика А. Б. Шелковникова; *Ильинская*—на средства станичнаго училища и Тифлиской Физической Обсерваторіи.

Въ отчетномъ же году пріобрѣтены черезъ посредство Тифлисской Обсерваторіи иструменты въ объемѣ станціи II разряда Управленіемъ Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ для станціи Бакурьяни, для Нальчикской горской школы, для Славянской войсковой больницы; Обсерваторіей изъ ея запаса отправлены инструменты для устройства станція II разряда въ Тебердинскомъ аулѣ, Кубанской области, и для реорганизаціи станціи Карсъ, гдѣ почти всѣ инструменты оказались разбитыми или похищенными. Всѣ перечисленныя станціи въ отчетномъ году еще не приступили къ наблюденіямъ.

Къ 1 января 1902 г. прекратили наблюденія или въ теченіе 1902 г. не доставили ихъ слѣдующія станціи II разряда.

Станціи 1 класса.

Хунзахъ, Дагестанской обл.
Кондоли, Тифлисской губ.
Карсъ, Карсской обл.

Станціи 2 класса.

Кизляръ II-й, Терской обл.
Дагомысъ, Черноморской губ.

Узнавъ о предполагаемомъ восхожденіи нѣсколькихъ интеллигентныхъ лицъ на Большой Араратъ, Обсерваторія предложила имъ установить на вершинѣ этой горы нѣкоторые метеорологическіе инструменты. Заручившись ихъ любезнымъ согласіемъ и содѣйствіемъ Кавказскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, отпустившаго на инструменты 25 руб., я распорядился постройкою деревянной жалюзейной будки съ необходимыми приспособленіями для достаточной ея остойчивости во время господствующихъ на горѣ бурь и метелей и съ металлической сѣткой для предохраненія отъ вдуванія снѣга, руководствуясь при этомъ преимущественно совѣтами сочиненій г. Vallot; для установки будки и инструментовъ была составлена специальная инструкція. Инструменты были взяты слѣдующіе: 1) стеклянные—ртутный максимальный и спиртовый минимальный термометры, провѣренные въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи; 2) металлическій максимумъ-минимумъ термометръ Вильда. Благополучно возвратившіеся участники экспедиціи сообщили мнѣ, что будка и инструменты установлены въ 2 часа дня 12 августа ст. ст. на самой вершинѣ Большого Арарата, во всемъ согласно съ инструкціей Обсерваторіи.

Такъ какъ будку можно видѣть въ бинокль изъ Сардаръ-Булага, мѣстности, расположенной въ сѣдловинѣ между Большимъ и Малымъ Араратомъ, гдѣ въ настоящее время строятся каменныя зданія для поста пограничной стражи, то гг. офицеры поста согласились слѣдить за состояніемъ будки. Въ концѣ ноября было получено послѣднее извѣстіе, что будка благополучно простояла періодъ самыхъ сильныхъ вѣтровъ и не была засыпана снѣгомъ. Съ будущаго года постъ пограничной стражи будетъ дѣйствовать въ Сардаръ-Булагѣ круглый годъ, даже и зимою (на высотѣ около 9000 футовъ), и я предполагаю устроить тамъ метеорологическую станцію I класса.

Станціи 3 класса.

Ново-Лабинская, Кубанской обл.
Безопасное, Ставропольской губ.
Машнаари, Тифлисской губ.

Общее число станцій II разряда, такимъ образомъ, въ отчетномъ году уменьшилось на одну. Распредѣленіе станцій по классамъ показываетъ, что число станцій I класса возросло на 1, и уменьшилось число менѣе совершенныхъ станцій 3 класса на 2.

По классамъ станціи II разряда распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	1 класса.	2 класса.	3 класса.	Всего.
Число станцій:	49	21	18	88

Всѣ поступающія наблюденія подвергались контролю, причемъ ходъ отдѣльныхъ метеорологическихъ элементовъ сравнивался съ ходомъ этихъ элементовъ на сосѣднихъ станціяхъ, а въ сомнительныхъ случаяхъ наблюденія провѣрялись по синоптическимъ картамъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи или по телеграммамъ, получаемымъ со станцій.

Всѣ доставленныя вычисленными наблюденія, равно какъ и вычисленныя въ Обсерваторіи по присланнымъ книжкамъ свѣряются съ оригиналами (книжками); затѣмъ провѣряются суммы и среднія за день и за мѣсяцъ.

Въ концѣ августа окончена обработка наблюденій станцій 1 и 2 класса за 1901 г., въ концѣ сентября—станцій 3 класса.

Наблюденія 5 станцій 1 класса за 1901 г. напечатаны полностью во II томѣ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Для всѣхъ станцій, наблюденія которыхъ признаны удовлетворительными, напечатаны тамъ же мѣсячные и годовые выводы.

Въ сентябрѣ было приступлено къ окончательной обработкѣ наблюденій станцій 2 разряда за 1902 г., частичная провѣрка и вычисленіе которыхъ производились и ранѣе, по мѣрѣ поступленія для Ежемѣсячнаго Бюллетеня.

Въ отчетномъ году получено со станцій II разряда всего 895 журналовъ наблюденій (книжекъ или таблицъ или книжекъ и таблицъ) за 1902 г.

По окончаніи обработки наблюденій за 1901 г. вычислителями исполнены слѣдующія работы по провѣркѣ и вычисленію наблюденій 1902 г.:

	1 класса.	2 и 3 классовъ.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ за 1902 годъ	90	70
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ 1902 года	252	281

Осталось не вполнѣ законченныхъ обработкой мѣсячныхъ таблицъ 1 класса 128, 2 и 3 классовъ 74.

Помимо обыкновенныхъ наблюденій станцій II разряда, тѣмъ же составомъ вычислителей провѣрялись и вычислялись и экстраординарныя наблюденія станцій II разряда, т. е. наблюденія надъ температурою почвы на поверхности и на различныхъ глубинахъ, надъ испареніемъ воды въ тѣни и надъ продолжительностью солнечнаго сіянія. Обработка этихъ наблюденій за 1901 г. закончена въ срединѣ мая.

За 1901 г. поступили:

Съ 18 станцій наблюденія надъ температурою на поверхности почвы,
» 17 » » » температурою почвы на разныхъ глубинахъ,
» 14 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
» 15 » записи геліографа.

Результаты наблюденій, признанныхъ надежными, отправлены въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для напечатанія въ ея Лѣтописяхъ за 1901 г.

Къ обработкѣ подобныхъ же экстраординарныхъ наблюденій за 1902 г. приступлено въ октябрѣ.

Всего за 1902 г. пока поступили:

Съ 15 станцій наблюденія надъ температурою на поверхности почвы,
» 16 » » » температурою почвы на разныхъ глубинахъ,
» 13 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
» 15 » записи геліографа.

Въ отчетномъ году открыты или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи III разряда:

а) дождемѣрныя.

Конеловская, Кубанской обл.
Теберда, » »
Темежбекская, » »
Московское, Ставропольской губ.
Урожайное, » »
Кутаисъ (3), Кутаисской губ.
Баралеты, Тифлисской губ.
Джафаръ-Абадъ, Бакинской губ.
Привольное, » »
Басаргечаръ, Эриванской губ.
Нерсесъ-Абадъ, » »

б) снѣгомѣрныя и грозовыя.

Невинномысская, Кубанской обл.
Чамлыкская, » »
Ладовская балка, Ставропольской губ.
Пассанауръ (2), Тифлисской губ.
Сарыкамышъ (2), Карсской обл.

Изъ вновь открытыхъ дождемѣрныхъ станцій Конеловская устроена на средства

мѣстнаго станичнаго училища; въ *Теберду* переданы дождемѣры Кавказскаго Округа Путей Сообщенія изъ Карачая; станція въ *Джафаръ-Абадъ* устроена на средства землевладѣльца г. Колобова; въ *Кутаисъ* (3) дождемѣры перевезены съ бывшей станціи Текляти; въ *Баралеты* переданы старые дождемѣры Тифлисской Физической Обсерваторіи изъ Ахалкалакъ; они, однако, оказались сильно попорченными; въ *Нерсесъ-Абадъ* переданы изъ Камарлю дождемѣры Кавказскаго Филоксернаго Комитета.

Къ 1 января прекратили наблюденія или въ теченіе 1902 г. не доставили ихъ слѣдующія станціи III разряда:

а) *дождемѣрныя.*

Кардоникская, Кубанской обл.
Передовая, » »
Учкуланъ, » »
Карачай, » »
Обильное, Ставропольской губ.
Лайлаши, Кутаисской губ.
Убиси, » »
Казарма на 9 верстѣ отъ Ананура къ Пассанауру, Тифлисской губ.
Лагодехи, Тифлисской губ.
Нуха, Елисаветпольской губ.
Астара, Бакинской губ.
Каракуртъ, Карсской обл.

б) *снѣгомѣрныя и грозовыя.*

Минеральныя воды, Терской обл.
Амткелъ, Кутаисской губ.
Велисцихе, Тифлисской губ.
Кварели, » »
Михайлово, » »
Еленендорфъ, Елисаветпольской губ.
Ардаганъ, Карсской обл.

Кромѣ того, станція III разряда Самтреди, Кутаисской губ., преобразована въ отчетномъ году въ станцію II-го разряда.

Такимъ образомъ, общее число станцій III-го разряда уменьшилось въ отчетномъ году на 4 станціи.

Всѣхъ станцій III разряда сѣти Тифлисской Физической Обсерваторіи въ отчетномъ году дѣйствовало 141; изъ нихъ дождемѣрныхъ станцій 118, станцій, наблюдавшихъ снѣжный покровъ или грозы—23.

Общее число станцій сѣти Обсерваторіи, производившихъ въ отчетномъ году наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ, приведено въ слѣдующей табличкѣ:

Станціи II и III разрядовъ, производившія наблюденія надъ осадками:	грозами:	снѣжнымъ покровомъ:
206	75	128

Обработка наблюденій всѣхъ станцій II и III разряда надъ осадками и грозами за 1901 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1900-1901 г. закончена въ началѣ августа отчетнаго года.

Мѣсячные и годовые выводы изъ указанныхъ наблюденій напечатаны въ I томѣ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Съ сентября отчетнаго года приступили къ окончательной обработкѣ наблюденій надъ осадками и грозами за 1902 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901-1902 г. Обработкой занимался Н. Л. Домбровскій, въ вечерніе часы, за особую плату.

Всего въ 1902 г. поступило:

бланковъ съ наблюденіями надъ осадками	1125
» » » » грозами	357
» » » » снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901-1902 г.	539

Въ отчетномъ году окончательно обработаны и составлены выводы изъ наблюденій надъ осадками всѣхъ станцій съ января по октябрь, надъ грозами тоже по октябрь, а снѣжный покровъ за зиму 1901-1902 г., включая и выводы, законченъ.

Въ отчетномъ году И. В. Фигуровскимъ написана статья «Климатическій очеркъ Кавказа», которая печатается въ сборникѣ «Весь Кавказъ».

Списокъ станцій, которымъ въ 1902 году Тифлисскою Физическою Обсерваторіею разосланы инструменты (на ея средства).

1) Арихвали Большой, III разряда. Дождемѣры №№ 130 и 130* съ защитой.

2) Геокъ-Тапа, II разряда. Анероидъ № 1038.

3) Даховская, III разряда. Дождемѣрный стаканъ № 24702.

4) Карсъ, II разряда. Психрометрическій термометръ № 24638 (6812) и № 22153 (6534); минимальный термометръ № 2185 (6254); волосной гигрометръ № 24915 (400); дождемѣры №№ 158 и 158* съ защитой.

5) Теберда (Карачай), II разряда. Анероидъ № 1068; психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ № 27; психрометрическіе термометры № 22160 (6549*) и № 22162 (6550*); минимальный термометръ № 21862 (6266); флюгеръ № 49; дождемѣры №№ 139 и 139* и измѣрительный стаканъ безъ нумера.

Дѣятельность Обсерваторіи для практики. Справки. Изданія.

Изъ выданныхъ различнымъ учрежденіямъ и отдѣльнымъ лицамъ справокъ мы упомянемъ слѣдующія:

1) Боржомъ. Дирекціи Боржомскихъ минеральныхъ водъ.—Полныя метеорологическія наблюденія за 1890-1900 г.г. въ Боржомѣ.

2) Кутаисъ, С. Тимоѳееву. — Свѣдѣнія объ организаціи наблюденій надъ температурою почвы.

3) Баку. Городской Комиссіи по водоснабженію. — Суммы и максимумъ осадковъ станцій Ахты, Куба, Касумъ-Кентъ, Баку, Кусары, Шемаха, Алты-Агачъ и Маштаги и температура воздуха станцій Куба, Касумъ-Кентъ и Баку.

4) Манглисъ, Л. Смирнову. — Среднее давленіе барометра, средняя температура и средняя абсолютная влажность для Тифлиса за іюль 1902 г., а также высота Тифлиса надъ уровнемъ моря и его широта.

5) Помѣщику Казахскаго уѣзда, Елисаветпольской губ., Надиръ-беку Кесеманскому. Объ осадкахъ съ конца 1900 г. по 20 апрѣля 1901 г.

6) Бакинскому Губернатору. Выводы изъ метеорологическихъ наблюденій станцій Бакинской губ. за 1901 г.

7) Старшему врачу 1-го Кавказскаго Сапернаго Батальона. Метеорологическія данныя за 1901 г. для г. Тифлиса.

8) Старшему врачу Кавказской Артиллерійской бригады. — То же.

9) Доктору А. А. Кобылину въ С.-Петербургѣ. Метеорологическія данныя г. Нальчика.

10) Главному Контролеру Контроля Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Объ осадкахъ и ливняхъ весной 1898 г. на линіи Карсской желѣзной дороги.

11) Подполковнику Н. И. Петропавловскому. — О распредѣленіи давленія и вѣтровъ за годъ и по временамъ года по атласу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

12) Управленію Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ. — О среднемъ количествѣ осадковъ въ Муганской и Сардаръ-абадской степяхъ.

Тифлисская Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія, въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія:

1) Ежемѣсячный бюллетень съ сентября по декабрь 1901 г. и съ января по ноябрь 1902 г.

2) Слѣдующіе оттиски изъ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи по станціямъ Кавказской сѣти:

1) Ежемѣсячные и годовые выводы изъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г. въ Россійской Имперіи.

2) Наблюденія надъ температурою на поверхности земли, температурою почвы на разныхъ глубинахъ, испареніемъ воды въ тѣни и продолжительностью солнечнаго сіянія въ 1900 г. на станціяхъ II разряда въ Россійской Имперіи.

3) Наблюденія надъ осадками за 1900 г.

4) Наблюденія надъ грозами за 1900 г.

5) Наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ зимой 1899 — 1900 г.

6) Наблюденія надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1900 г.

7) Алфавитный списокъ станцій.

XIII. Екатеринбургская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Екатеринбургской Обсерваторіи, Г. Ѳ. Абельсъ, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1902 годъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Личный составъ Обсерваторіи въ началѣ отчетнаго года былъ слѣдующій: директоромъ Обсерваторіи состоялъ Г. Ѳ. Абельсъ, его помощникомъ П. К. Мюллеръ, завѣдывающимъ отдѣленіемъ предупрежденій о метеляхъ А. Р. Бейеръ и адъюнктомъ К. Л. Сабанѣевъ; завѣдующимъ отдѣленіемъ сѣти станцій С. Я. Ганнотъ; наблюдателями и вычислителями или служащими въ канцеляріи были: А. А. Коровинъ, А. И. Мазеинъ, Н. И. Изможеровъ, А. И. Шаньгинъ, В. Е. Морозовъ, Г. А. Вершининъ, М. А. Вершининъ, Е. К. Рычковъ, Н. Л. Пироговская, В. П. Волегова и Е. М. Шапшелевичъ. Въ теченіе года произошли слѣдующія перемѣны: въ маѣ оставилъ службу г. Мазеинъ, и на его мѣсто поступилъ С. И. Яковлевъ, который уже въ прежніе годы, съ 1882 по 1884, состоялъ наблюдателемъ здѣшней Обсерваторіи; въ сентябрѣ оставили службу Н. Л. Пироговская и Е. К. Рычковъ, чтобы поступить въ учебныя заведенія для продолженія своего образованія, и вмѣсто нихъ поступили А. П. Трапезниковъ и И. И. Четвериковъ. Затѣмъ, въ концѣ октября еще былъ принятъ Ф. П. Рыбаковъ, хотя комплектъ положенныхъ по нашему штату служащихъ уже былъ полный. Приглашая же одного сверхштатнаго служащаго, я желалъ имѣть возможность временно увеличить число работниковъ въ томъ изъ отдѣленій Обсерваторіи, въ которомъ встрѣтится въ этомъ надобность при накопленіи работы, а главнымъ образомъ, чтобы наблюдатель В. Морозовъ, который у насъ исполняетъ также и должность механика, могъ бы быть иногда свободнымъ отъ наблюдательской службы, когда требовалась спѣшная работа по починкѣ инструментовъ.

Всѣ новые служащіе обязательно сперва должны были поступать въ наблюдатели, чтобы основательно ознакомиться съ производствомъ наблюденій и ихъ вычисленіями, и лишь затѣмъ могли быть переведены въ отдѣленіе по завѣдыванію нашей сѣтью метеорологическихъ станцій. Въ воскресные же и праздничные дни всѣ поименованные наблюдатели и вычислители, мужчины, должны были, по очереди, нести дежурство въ Обсерваторіи.

Составъ низшихъ служителей состоялъ, по прежнему, изъ одного разсыльнаго, двухъ дворниковъ и одного ночного караульнаго.

Изъ служащихъ временно отсутствовали изъ Обсерваторіи: директоръ Обсерваторіи, пользовавшійся отпускомъ отъ 21 мая до 16 августа для поѣздки въ Петербургъ и за границу, гдѣ познакомился съ нѣкоторыми метеорологическими обсерваторіями, и г. Бейеръ, который былъ командированъ для осмотра метеорологическихъ станцій съ 30 іюня по 11 августа, съ 14 августа по 19 сентября и съ 2 по 5 октября.

Канцелярскими дѣлами занимался, по прежнему, подъ руководствомъ директора Обсерваторіи, наблюдатель А. А. Коровинъ, которому помогала Е. М. Шапшелевичъ.

Входящихъ нумеровъ, пакетовъ и посылокъ записано 3456, а исходящихъ 3076, въ томъ числѣ 502 посылки, которыя записаны въ особую книгу. Сюда, впрочемъ, по прежнему, не вошли отсылаемыя ежедневно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію телеграммы о погодѣ, а также и всѣ таблицы наблюденій, получаемыя черезъ Уральское Общество Любителей Естествознанія отъ наблюдателей нашей Пермской сѣти метеорологическихъ станцій.

А. А. Коровинымъ велись также и книги по бухгалтеріи, въ которыя записано въ отчетномъ году 140 ассигновокъ на выдачу денегъ изъ казначейства.

Ремонтныхъ работъ въ отчетномъ году не было, кромѣ перекладки двухъ печей и окраски крыши, на которую было указано въ прошлогоднемъ отчетѣ. Послѣдняя работа была исполнена подрядчикомъ П. Ф. Китаевымъ.

Пріобрѣтенія. Имущество Обсерваторіи въ отчетномъ году увеличилось пріобрѣтеніемъ слѣдующихъ предметовъ:

Изъ мебели купленъ только одинъ шкафъ для храненія запасныхъ ртутныхъ барометровъ, стоющій 14 руб. 10 коп.

Книгъ и журналовъ куплено 28 названій, въ 37 томахъ, на 194 руб. 72 коп.; кромѣ того, получено въ даръ 86 названій, въ 93 томахъ. На переплетъ книгъ израсходовано 24 руб. 40 коп.

Изъ инструментовъ куплено для Обсерваторіи:

Приборъ для измѣренія средней плотности снѣга (20 руб.),

Вольтметръ (35 руб.),

Копировальный прессъ (19 руб.).

Для метеорологическихъ станцій своей сѣти куплены слѣдующіе инструменты:

4 чашечныхъ барометра,

1 анероидъ,

6 психрометрическихъ клѣтокъ съ вентиляторами,

2 психрометрическихъ термометра,

11 минимальныхъ термометровъ.

14 максимальныхъ термометровъ,

10 термометровъ для поверхности земли,
1 волосной гигрометръ,
1 флюгеръ съ указателемъ скорости вѣтра,
2 флюгера съ двумя указателями скорости вѣтра,
2 эвапорометра,
23 пары дождемѣровъ съ защитою Нифера,
20 измѣрительныхъ стакановъ,
10 ручныхъ фонарей,
1 почвенный термометръ съ эбонитовой трубой для глубины 0,4 м.,
1 эбонитовая труба для почвеннаго термометра.

Стоимость приборовъ, купленныхъ для метеорологическихъ станцій, составляетъ 1209 рублей 55 копеекъ.

Кромѣ того, было куплено разныхъ мелкихъ вещей, записанныхъ на приходъ не въ шнуровую, а въ простую книгу, на 65 рублей.

Наконецъ, съ согласія г. директора М. А. Рыкачева, я заказалъ для Обсерваторіи у проф. Эдельмана магнитографъ, надѣясь, что, можетъ быть, удастся уплатить за этотъ дорогой приборъ изъ суммъ двухъ смѣтныхъ періодовъ, съэкономивъ, по возможности, на другихъ расходахъ Обсерваторіи.

Мастерская и въ отчетномъ году оказала Обсерваторіи существенную помощь, благодаря тому обстоятельству, что нашъ наблюдатель В. Е. Морозовъ научился механическимъ работамъ, такъ что онъ былъ въ состояніи исполнять разныя починки нашихъ приборовъ. Между прочимъ, имъ въ отчетномъ году былъ разобранъ и вычищенъ анемометръ Готтингера, при чемъ нѣкоторыя испортившіяся части этого прибора были починены, имъ же исправлены 19 дождемѣрныхъ сосудовъ и одинъ Ниферовскій щитъ, анемометръ Вильда, одинъ ртутный барометръ и разные другіе предметы. Новыхъ дождемѣровъ г. Морозовымъ сдѣлано: для Обсерваторіи 23 пары и 25 складныхъ защитъ Нифера, для Уральскаго Общества Любителей Естествознанія 7 паръ со щитами и для частныхъ лицъ 2 пары со щитами. Имъ же изготовлены: новые магниты для гальваноскопа, принадлежащаго къ индукціонному инклинатору, и аншлаги для послѣдняго прибора, а также 20 мѣдныхъ колецъ съ винтами для гальваническихъ батарей, 18 паръ блоковъ для вентиляторовъ психрометрическихъ клѣтокъ, одинъ коммутаторъ и нѣсколько другихъ предметовъ. На него же былъ возложенъ присмотръ за гальваническими батареями и электрическими проводами, а также и за самопишущими приборами.

Наблюденія и научныя работы Обсерваторіи. Кромѣ постоянныхъ наблюденій Обсерваторіи, о которыхъ представленъ особый подробный отчетъ, печатаемый въ Лѣтописяхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, произведены еще слѣдующія наблюденія и работы:

Наблюденія надъ суточнымъ ходомъ температуры въ пескѣ и надъ количествомъ на-

ходящейся въ немъ влаги были возобновлены, какъ и въ прежніе годы, съ 1 іюня и продолжались правильно до 30 сентября.

Также продолжались въ зимнее время наблюденія надъ глубиною снѣжнаго покрова и ежечасные отсчеты по термометру, положенному на поверхность снѣга.

Самопишущіе приборы Обсерваторіи дѣйствовали вообще правильно; долженъ упомянуть, однако, что часы термографа и гигрографа въ большіе морозы останавливались, и оттого бывали перерывы въ записяхъ этихъ приборовъ.

Самопишущій дождемѣръ Гельмана былъ пущенъ въ ходъ въ началѣ мая нов. ст.; а уже 1 октября пришлось опять снять тѣ части этого прибора, которыя могли бы пострадать отъ наступившихъ морозовъ.

Упомянувъ въ прошлогоднемъ отчетѣ, что наблюденіямъ по индукціонному инклинатору въ первое время сильно мѣшало оказавшееся въ приборѣ электрическое состояніе, я теперь долженъ сообщить, что еще въ началѣ отчетнаго года удалось устранить этотъ недостатокъ. Причина его, вѣроятно, заключалась въ слѣдующемъ: магнитъ принадлежащаго къ инклинатору гальванометра виситъ на шелковой нити между двумя довольно толстыми эбонитовыми пластинками, въ которыя вставлены для изоляціи катушки, по которымъ проходитъ токъ отъ индукціоннаго инклинатора, и демпферы. Вотъ въ этихъ то эбонитовыхъ пластинкахъ и было электричество, присутствіе котораго доказывалось и тѣмъ, что бумажная лента имъ притягивалась, когда мы для изслѣдованія прибора вынули пластинки и приблизили ленту къ внутренней ихъ сторонѣ. Отъ эбонита электрическое состояніе перешло на вставленныя въ него металлическія части, а отсюда по проволокамъ къ инклинатору. Такимъ образомъ, приближеніе наблюдателя или какого-нибудь предмета какъ къ гальванометру, такъ и къ инклинатору, измѣняя электрическое состояніе приборовъ, отражалось на показаніяхъ магнита который, конечно, также долженъ былъ быть наэлектризованъ, такъ какъ онъ иногда приходилъ въ соприкосновеніе съ демпферами. До какой степени чувствительнымъ электроскопомъ оказался нашъ гальванометръ, видно изъ того, что легкое треніе пальцемъ о мраморный столбъ, на которомъ находится инклинаторъ, или такое же треніе о деревянную доску поблизости этого столба, возбуждая электричество, имѣли вліяніе на показанія магнита. Поэтому наблюденіе наклоненія по индукціонному инклинатору въ первое время требовало величайшей осторожности со стороны наблюдателя. Только съ тѣхъ поръ гальванометръ сталъ дѣйствовать правильно, какъ между двухъ эбонитовыхъ пластинокъ положили немного станіоля, чтобы находящееся въ нихъ электричество, которое, вѣроятно, было разныхъ знаковъ, могло разряжаться, и, кромѣ того, покрыли гальванометръ деревяннымъ ящикомъ.

Наблюденія надъ облаками въ дни международныхъ воздушныхъ полетовъ, а также и въ смежные съ ними дни дѣлались такъ же, какъ и въ прошломъ году. Результаты этихъ наблюденій немедленно представлялись въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

По приглашенію Германской южно-полярной экспедиціи, Обсерваторія участвовала

также и въ международныхъ магнитныхъ наблюденіяхъ, которыя должны были дѣлаться 1 и 15 числа каждаго мѣсяца, начиная съ 1 января 1902 года до 15 февраля 1903 года, во всѣ полные часы по Гринвичскому времени и, кромѣ того, въ тѣ же дни, въ теченіе одного часа каждыя 20 секундъ. Эти наблюденія, признаться, были для Обсерваторіи довольно тягостными, такъ какъ наше мѣстное время разнится отъ Гринвичскаго времени, круглымъ числомъ, на 4 часа 2 минуты, и поэтому сроки этихъ международныхъ наблюденій приходились на время, когда дежурный наблюдатель былъ занятъ нашими, ежечасными же, метеорологическими наблюденіями. По этой причинѣ въ названные международные дни должны были дежурить по два наблюдателя. Упомянутыя 20-секундныя наблюденія дѣлались по очереди гг. Мюллеромъ, Бейеромъ и Ганнотомъ.

Въ іюлѣ была устроена проволочная сѣтка для болѣе точныхъ наблюденій надъ направленіемъ движенія облаковъ.

Нашей фотографической комнатой пользовались, какъ и раньше, между прочимъ, для проявленія и фиксированія снимковъ, привезенныхъ служащими Обсерваторіи при возвращеніи ихъ изъ поѣздокъ по ревизіи метеорологическихъ станцій.

Непосредственный надзоръ за всѣми наблюденіями Обсерваторіи и ихъ обработкою я поручилъ своему помощнику, г. Мюллеру, который, кромѣ того, еще завѣдывалъ библіотекою и запасомъ инструментовъ для станцій нашей сѣти. Имъ же были налиты ртутью 9 барометровъ и провѣрены для метеорологическихъ станцій 14 гигрометровъ и для частныхъ лицъ нѣсколько анероидовъ.

Наконецъ, въ концѣ года мнѣ опять удалось заняться просмотромъ и обработкой наблюденій, сдѣланныхъ въ теченіе такъ называемаго «облачнаго года», 1896—97, надъ высотою облаковъ. Теперь обработка этихъ наблюденій окончена, такъ что ихъ результаты въ скоромъ времени могутъ быть представлены Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Г. Бейеръ въ отчетномъ году окончилъ каталогъ своихъ наблюденій надъ сѣвернымъ сіяніемъ, сдѣланныхъ имъ во время Шпицбергенской экспедиціи 1899—1900 гг., и представилъ его въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Какъ въ прежніе годы, такъ и въ отчетномъ году Обсерваторіи приходилось оказывать нѣкоторое содѣйствіе проѣзжимъ ученымъ, а именно: для инженера Р. Н. Савельева восемь разъ была опредѣляема поправка его хронометра, а его спутнику, инженеру Ланде, были сообщены для желѣзнодорожныхъ изысканій сдѣланныя Обсерваторіею опредѣленія высотъ горъ въ окрестностяхъ Екатеринбурга.

Для студента Московскаго университета О. Э. Лямбекъ, участвовавшаго въ экспедиціи г. Иловайскаго на сѣверный Уралъ, провѣрялись хронометръ и два анероида и былъ исправленъ и повѣренъ одинъ гипсотермометръ. Кромѣ того, г. Лямбеку дали, на время экспедиціи, одинъ анероидъ, принадлежащій Обсерваторіи. При этомъ я долженъ упомянуть, что, съ своей стороны, и г. Лямбекъ оказалъ услуги Обсерваторіи тѣмъ, что имъ были доставлены въ Березовъ и установлены на мѣстѣ барографъ, термографъ и пси-

хрометрическая клѣтка, снабженная вентиляторомъ, и еще тѣмъ, что онъ, вернувшись изъ поѣздки, далъ весьма цѣнныя указанія, въ какихъ пунктахъ дальняго сѣвера будетъ возможно устроить новыя метеорологическія станціи.

Упомяну еще, что, кромѣ многихъ другихъ лицъ, Обсерваторію посѣтили воспитанники старшихъ классовъ мѣстныхъ классической гимназіи и реальнаго училища, сопровождаемые, конечно, ихъ преподавателями. Также посѣтили Обсерваторію ученики Омской и Екатеринодарской гимназій съ ихъ преподавателями, сдѣлавшіе лѣтомъ экскурсію на Уралъ.

Справки. Изъ справокъ, выданныхъ Обсерваторіею въ отчетномъ году, приведемъ слѣдующія:

1) Екатеринбургскому мѣстному лазарету: выводы изъ метеорологическихъ наблюденій Обсерваторіи за 1901 г.

2) В. Котульскому: свѣдѣнія о магнитномъ склоненіи въ Екатеринбургѣ за время съ 1850 по 1855 гг.

3) А. Шюкъ въ Гамбургѣ: годовыя среднія величины магнитныхъ элементовъ по наблюденіямъ Обсерваторіи за отдѣльные годы съ 1895 по 1901 годъ.

4) Кокчетавскому Уѣздному Начальнику: свѣдѣнія изъ метеорологическихъ наблюденій Акмолинской станціи за 1901 годъ.

5) Екатеринбургскому Уѣздному Воинскому Начальнику: выводы изъ метеорологическихъ наблюденій Обсерваторіи за время съ декабря 1896 г. по апрѣль 1902 года.

6) Начальнику ж.-д. станціи Тюмень, М. Носову: сообщена температура воздуха въ Тюмени за 10—22 іюня 1901 года.

7) Судебному Слѣдователю 5-го участка Шадринскаго уѣзда: свѣдѣнія о восходѣ и заходѣ солнца 8 и 9 апрѣля 1902 г. въ западной части Шадринскаго уѣзда.

8) Управляющему чертежною при Уральскомъ Горномъ Управленіи, Р. Г. Миквицъ: годовыя среднія величины магнитнаго склоненія въ Екатеринбургѣ за время съ 1841 по 1901 годъ.

9) Профессору П. И. Кротову въ Казани: ежечасныя наблюденія Обсерваторіи надъ давленіемъ и температурою воздуха за время съ 12 іюля по 16 августа 1902 года.

10) Профессору А. А. Иностранцеву въ Петербургѣ: наблюденія Бійской метеорологической станціи надъ давленіемъ и температурою воздуха за время съ 14 іюля по 13 августа 1902 года.

11) Студенту Московскаго Университета О. Лямбекъ: наблюденія метеорологической станціи въ Березовѣ за августъ и сентябрь 1902 года и записи барографа и термографа той же станціи съ 28 іюля по 8 сентября того же года.

12) Ученому Хранителю Геологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ, И. Толмачеву: температура и давленіе воздуха за время съ 14 іюня по 13 августа 1902 г. по наблюденіямъ метеорологическихъ станцій въ Барнаулѣ, Бійскѣ и Маріинскѣ.

13) Технику Верхъ-Исетскаго завода, г. Балакину: годовыя суммы осадковъ въ Екатеринбургѣ за время съ 1836—1901 гг. и испареніе съ 1895—1901 гг.

14) Учителю И. М. Варушкину въ Кизеловскомъ заводѣ: давленіе и температура воздуха въ Екатеринбургѣ съ января по іюнь 1902 г.

15) Г. Катаеву: среднее магнитное склоненіе за августъ 1902 года въ Екатеринбургѣ.

16) Управленію Нижне-Исетскаго завода: среднее магнитное склоненіе въ Екатеринбургѣ за годы съ 1877 по 1902.

17) Редакціи издаваемаго въ Екатеринбургѣ еженедѣльнаго журнала «Уральское Горное Обозрѣніе» сообщались, для напечатанія, такіе же выводы изъ наблюденій Обсерваторіи, какъ и въ прошломъ году.

18) Наконецъ, какъ и въ прежніе годы, давались частыя справки на запросы по телефону со стороны телеграфной конторы относительно магнитныхъ возмущеній, а со стороны разныхъ другихъ учрежденій и частныхъ лицъ — о времени.

Отдѣленіе сѣти метеорологическихъ станцій.

Работами этого отдѣленія завѣдывалъ А. Р. Бейеръ, а подъ его руководствомъ занимались въ отдѣленіи слѣдующія лица: въ теченіе всего года работали Н. Изможеровъ, А. Шаньгинъ и В. Волегова, а временно: К. Сабанѣевъ до средины февраля, А. Мазеинъ до мая, Н. Пироговская до сентября, Г. Вершининъ, начиная съ мая, и А. Трапезниковъ, начиная съ сентября.

Болѣе опытные вычислители работали, за особую плату, также и по вечерамъ и въ неприсутственные дни, въ общей сложности 1240 часовъ.

Къ служащимъ преимущественно этого отдѣленія слѣдуетъ причислить также и директора Обсерваторіи, на которомъ лежали какъ общее завѣдываніе станціями, такъ и вся переписка съ гг. наблюдателями сѣти.

Чтобы облегчить завѣдываніе отдѣленіемъ для г. Бейера, который въ отчетномъ году долженъ былъ потратить много времени на исполненіе данной ему командировки, г. Ганнотъ принялъ на себя руководство по обработкѣ экстраординарныхъ наблюденій станцій, а именно: наблюденій надъ температурою почвы, надъ испареніемъ и надъ продолжительностью солнечнаго сіянія по записямъ геліографовъ.

Г. Бейеромъ по упомянутой командировкѣ были обревизованы слѣдующія метеорологическія станціи II разряда: 1) Челябинскъ II (мельница г. Кузнецова), 2) Троицкъ, 3) Кустанай, 4) Уркачъ, 5) Тургай, 6) Иргизъ, 7) Орскъ, 8) Благодатка, 9) Верхне-Туринскій заводъ, 10) Верхотурье, 11) Богословскъ, 12) Бисеръ, 13) Чусовская, 14) Пермь, 15) Оханская сельско-хозяйственная школа, 16) Ножовка, 17) Осинская сельско-хозяйственная школа, 18) Богородское, 19) Красноуфимскъ, 20) Ревда, 21) Нижне-Тагильскъ и 22) Висимо-Шайтанскъ.

Обсерваторія воспользовалась этою командировкою, чтобы снабдить ртутными баро-

метрами станціи Уркачъ, Тургай и Оханскую сельско-хозяйственную школу, которыя вмѣстѣ съ тѣмъ были переведены изъ второго класса въ станціи перваго класса.

Кромѣ того, г. Бейеръ собралъ и установилъ новые ртутные барометры въ Кустанаѣ и въ Иргизѣ, гдѣ устраивались новыя метеорологическія станціи. Имъ же были доставлены новые барометры въ Нижне-Тагильскъ и Верхотурье и исправлены въ нѣкоторыхъ пунктахъ испортившіеся барометры.

О другихъ улучшеніяхъ станцій, введенныхъ г. Бейеромъ во время ихъ ревизіи, здѣсь не мѣсто говорить; поэтому ограничусь лишь замѣчаніемъ, что г. Бейеръ, какъ видно изъ представленнаго имъ отчета о поѣздкѣ, добросовѣстно выполнилъ возложенное на него порученіе.

Состояніе сѣти станцій II разряда, доставлявшихъ свои наблюденія въ отчетномъ году въ Екатеринбургскую Обсерваторію, видно изъ слѣдующей таблички, въ которой для сравненія помѣщены также и соотвѣтствующія данныя за предыдущій годъ:

	1901 г.	1902 г.
Число станцій II разряда 1 класса	63	69
» » » » 2 »	14	15
» » » » 3 »	21 [1])	16
	98	100

По этой таблицѣ увеличилось число станцій первыхъ двухъ классовъ, между тѣмъ, какъ число станцій третьяго класса уменьшилось. Эта убыль произошла оттого, что нѣкоторыя станціи прекратили свое существованіе, а другія были переведены въ высшій классъ.

Наблюденій въ отчетномъ году не было получено со слѣдующихъ станцій, дѣйствовавшихъ еще въ предыдущемъ году: 1) ст. 1 класса Шадринская ферма, хотя, можетъ быть, наблюденія дѣлались. 2) ст. 2 кл. Бѣлоярское прекратила производство наблюденій, въ которыхъ и раньше встрѣчались частые пропуски. 3) ст. 2 кл. Абатская сгорѣла, какъ уже упомянуто въ прошлогоднемъ отчетѣ. Впослѣдствіи наблюденія здѣсь, правда, возобновились, но лишь въ объемѣ станцій третьяго разряда. 4) ст. 3 кл. Выше-Субрасскій пріискъ перестала дѣйствовать, вслѣдствіе закрытія пріисковыхъ работъ [2]). 5) ст. 3 кл. Онгудай перешла въ третій разрядъ, съ тѣхъ поръ, какъ въ августѣ 1901 г. флюгеръ и термометры были разбиты бурею.

Изъ 3 класса были переведены во 2 классъ станціи: Тоуракъ, Тюменцевское и Бурлинскія Озера, изъ которыхъ, впрочемъ, двѣ послѣднія слѣдовало уже въ 1901 г. считать станціями 2 класса, какъ выяснилось изъ отчета г. Ганнота о его поѣздкѣ въ названномъ году.

1) Въ прошлогоднемъ отчетѣ число станцій 3-го класса было показано = 20. Измѣненіе этого числа произошло оттого, что уже послѣ отсылки того отчета были получены изъ Салаирскаго завода наблюденія, сдѣланныя, впрочемъ, только надъ давленіемъ воздуха.

2) По той же причинѣ закрылась, какъ сказано въ прошлогоднемъ отчетѣ, также и станція Неожиданный пріискъ. Однако, начиная съ августа 1902 г., мы опять получаемъ оттуда наблюденія.

А изъ 2 класса переведены въ 1 классъ уже вышеупомянутыя станціи Оханская сельско-хозяйственная школа, Тургай и Уркачъ.

Новыя станціи въ отчетномъ году открылись слѣдующія:

Ст. 2 кл. при Тобольской сельско-хозяйственной школѣ, открытая по желанію г. управляющаго школою.

Ст. 2 кл. при Петропавловской сельско-хозяйственной школѣ, преобразованная изъ ст. III разряда въ ст. II раз. 2 кл. также по желанію г. управляющаго школою, В. Саенко.

Ст. 1 кл. въ Зайсанѣ, которая въ отчетномъ году возобновила свою дѣятельность, благодаря энергичному содѣйствію г. полковника третьяго Сибирскаго казачьяго полка, Н. Ерковскаго.

Ст. 1 кл. въ Иргизѣ также возобновила свою дѣятельность, благодаря любезному содѣйствію И. д. Старшаго Врача Мѣстнаго Лазарета А. А. Полякова.

Ст. 1 кл. въ Кустанаѣ, которая устроена при заводской конюшнѣ, благодаря любезному содѣйствію г. управляющаго конюшнею, В. К. Рюбена.

Ст. 1 кл. близъ Челябинска, на мельницѣ А. В. Кузнецова. Эта станція устроена по иниціативѣ владѣльца мельницы и на его собственныя средства, позволившія станцію весьма богато обставить приборами.

Наконецъ, въ концѣ года началъ вести наблюденія г. лѣсничій З. А. Буторинъ въ с. Кривоозерномъ, Кокчетавскаго уѣзда. Здѣсь наблюденія пока дѣлаются лишь въ объемѣ станціи III класса; однако, въ скоромъ времени эта станція будетъ преобразована въ станцію 2 или даже 1 класса.

Такимъ образомъ, въ отчетномъ году прибавилось 7 новыхъ станцій 2 разряда.

Кромѣ того, велись переговоры объ устройствѣ еще нѣкоторыхъ новыхъ станцій, изъ которыхъ еще въ отчетномъ году были снабжены приборами Верхнеуральскъ и Пау-Сатыга (или с. Сатыжинское).

Въ Верхнеуральскѣ, благодаря поѣздкѣ г. Бейера, удалось пріобрѣсти наблюдателя въ лицѣ г. учителя П. М. Емельянова. Къ устройству станціи въ Пау-Сатыгѣ намъ оказалъ содѣйствіе вышеупомянутый г. Лямбекъ, рекомендовавшій Обсерваторію жителя этого села, А. Л. Шешукова, участвовавшаго въ вышеупомянутой экспедиціи г. Иловайскаго и обѣщавшаго дѣлать метеорологическія наблюденія. Пау-Сатыга или с. Сатыжинское находится около 130 верстъ къ востоку отъ с. Пелыма, Тобольской губерніи, Туринскаго уѣзда. Обѣ эти будущія станціи, конечно, не вошли въ приведенное общее число станцій нашей сѣти.

Вышеупомянутая станція Тоуракъ была снабжена приборами за счетъ Кабинета Его Величества. Для станціи Нижне-Тагильскъ Управленіе сего завода выписало полный комплектъ новыхъ приборовъ. Станція Челябинскъ II устроена, какъ уже сказано, А. В. Кузнецовымъ. Всѣ другія станціи снабжены приборами Обсерваторіею. Подробный перечень всѣхъ высланныхъ Обсерваторіею приборовъ помѣщенъ ниже, въ концѣ сего от-

чета. Здѣсь же приводимъ ихъ число, а именно: въ отчетномъ году было разослано метеорологическимъ станціямъ: [1])

7 ртутныхъ барометровъ.
7 анероидовъ.
26 психрометрическихъ термометровъ.
25 минимальныхъ термометровъ.
14 максимальныхъ термометровъ.
7 термометровъ для поверхности земли.
9 психрометрическихъ клѣтокъ съ вентиляторами.
32 пары дождемѣровъ съ Ниферовой защитой.
7 дождемѣрныхъ сосудовъ (безъ защиты).
20 измѣрительныхъ стакановъ.
6 флюгеровъ съ 1 указателемъ силы вѣтра.
1 флюгеръ съ 2 указателями силы вѣтра.
16 волосныхъ гигрометровъ.
6 термометровъ для замѣны сломанныхъ почвенныхъ термометровъ.
11 ручныхъ фонарей для наблюдателей.
12 паръ блоковъ для вентилятора психрометрической клѣтки.
1 геліографъ Кемпбеля.
3 термографа Ришара.
2 барографа Ришара.

Новыми барографами и термографами Ришара были снабжены станціи Обдорскъ, Березовъ и Челябинскъ II (послѣдній пунктъ на средства г. Кузнецова), а однимъ только термографомъ станція Акмолинскъ. Такимъ образомъ, причисляя сюда самопишущіе приборы, упомянутые уже въ прошлогоднемъ отчетѣ, въ области Обсерваторіи дѣйствовали всего 15 барографовъ и столько же термографовъ, записи которыхъ доставлялись въ Обсерваторію.

Геліографы были въ дѣйствіи въ тѣхъ же девяти пунктахъ, которые уже приведены въ прошлогоднемъ отчетѣ; кромѣ того, установили у себя такіе приборы, системы Величко, станціи Боровыя озера и Тобольская сельско-хозяйственная школа. Общее число дѣйствовавшихъ въ отчетномъ году геліографовъ, слѣдовательно, было 11.

Наблюденія надъ испареніемъ намъ высылали 11 станцій, а именно: Барнаулъ, Благодатка, Боровыя озера, Екатеринбургъ, Зыряновскій рудникъ, Кучукъ, Омскъ, Пермь, Томскъ, Уркачъ (за лѣтнее время) и Челябинскъ II.

---

1) Изъ приборовъ, показанныхъ въ этомъ спискѣ, за 1 клѣтку, 3 термометра, 1 гигрометръ, 1 флюгеръ и 1 термографъ было уплачено изъ суммъ, отпущенныхъ, какъ уже сказано въ прошлогоднемъ отчетѣ, Его Высокопревосходительствомъ господиномъ Степнымъ Генералъ-Губернаторомъ на устройство метеорологическихъ станцій въ Семипалатинской и Акмолинской областяхъ.

Температура почвы на разныхъ глубинахъ наблюдалась въ слѣдующихъ 16 пунктахъ: Ачинскъ, Барнаулъ, Боровыя озера, Екатеринбургъ, Зыряновскій рудникъ, Курганъ, Омскъ, Пермь, Старо-Сидорово, Талица, Татарская, Томскъ, Челябинскъ II, Оханская сельско-хозяйственная школа и Тобольская [1]) сельско-хозяйственная школа.

Наконецъ, изъ экстраординарныхъ наблюденій производились въ нашей сѣти еще слѣдующія: наблюденія надъ температурою на поверхности почвы въ 23 пунктахъ, подробныя наблюденія надъ облаками въ 20 пунктахъ и наблюденія по нефоскопу въ 1 пунктѣ.

Что касается числа гг. наблюдателей, получающихъ вознагражденіе за свои труды, то имѣю упомянуть, что въ одинъ изъ тѣхъ пунктовъ (Павлодаръ), въ которые Обсерваторія въ 1901 году еще посылала вознагражденіе, въ отчетномъ году таковое послано не было, такъ какъ полученныя съ этого пункта наблюденія при ихъ провѣркѣ оказались недоброкачественными (съ тѣхъ поръ эта станція прекратила свою дѣятельность). Съ другой стороны, Обсерваторія посылала вознагражденіе въ пять новыхъ пунктовъ. Такимъ образомъ, число станцій, получающихъ вознагражденіе изъ средствъ Обсерваторіи, возросло до 34, а общее число такихъ станцій нашей сѣти въ отчетномъ году было 54, если предположить, что въ приведенномъ въ прошлогоднемъ отчетѣ числѣ станцій, получающихъ вознагражденіе отъ другихъ вѣдомствъ, не произошло измѣненій, о чемъ Обсерваторія не имѣетъ свѣдѣній.

Нѣкоторымъ станціямъ Обсерваторія должна была оказать содѣйствіе своими средствами также и для постройки сооруженій, потребныхъ для установки приборовъ.

Въ станціяхъ III разряда, наблюдавшихъ осадки, грозы и снѣжный покровъ, или только нѣкоторыя изъ этихъ явленій, произошли довольно большія перемѣны, а именно: 31 станція закрылись, или, по крайней мѣрѣ, не присылали наблюденій въ отчетномъ году, а одна станція перешла во II разрядъ. Новыхъ станцій было устроено 26, и, кромѣ того, 2 станціи перешли изъ II разряда въ III разрядъ. Такимъ образомъ, общее число этихъ станцій, которыхъ въ 1901 году насчитывали 230 [2]), въ отчетномъ году понизилось до 226.

Въ отчетномъ году признаны выбывшими слѣдующія станціи III разряда:

Пермской губ.: 1) Больше-Брусянское, 2) Верхъ-Нердва, 3) Добрянскій заводъ, 4) Зырянское, 5) Кушмангортъ, 9) Микшино, 10) Мѣхонское, 11) Нижне-Сергинскій заводъ, 12) Ново-Петропавловское, 13) Романовка, 14) Сайгатка и 15) Шиши.

Тобольской губ.: 16) Гаринское, 17) Меньщиково, 18) Никольская фабрика, 19) Такмыкское, 20) Утятское и 21) Чернорѣченская.

---

1) Въ отчетѣ за 1901 годъ, вкрались слѣдующія ошибки: въ спискѣ станцій, производившихъ въ 1901 году наблюденія надъ испареніемъ, пропущена станція Уркачъ. Съ другой стороны, не слѣдовало упоминать станціи Благодатка, гдѣ наблюденія надъ испареніемъ начались лишь въ послѣдніе дни декабря 1901 г. Въ спискѣ станцій, производившихъ въ 1901 г. наблюденія надъ температурою почвы, не была показана станція Талица, потому что наблюденія этой станціи были получены лишь въ апрѣлѣ 1902 г.

2) Въ отчетѣ за предыдущій годъ число станцій III разряда, по упомянутымъ причинамъ, ошибочно было показано = 231.

Томской губ.: 22) Курьинское, 23) Ляпинское, 24) Ново-Шульбинская, 25) Обь, ст. Сибирской ж. д., 26) Тебисская, 27) Усть-Искитимское и 28) Ярки.

Акмолинской обл.: 29) Андреевская, 30) Петропавловская сельско-хозяйственная школа (преобразована въ станцію II разр. 2 кл.).

Семипалатинской обл.: 31) Пьяноярскій поселокъ и 32) Экибазъ-Тузъ.

Къ станціямъ III разряда вновь прибавились слѣдующіе пункты:

Пермской губ. 1) Быковское, 2) Верхъ-Исетскій заводъ, 3) Воскресенское, 4) Говорливское, 5) Ирбитъ II, 6) Нагорная, 7) Пожевской заводъ, 8) Титовское, 9) Шайтанское и 10) Аманѣева.

Тобольской губ.: 11) Абатское, 12) Локосово, 13) Мостовское, 14) Пелымъ, 15) Успенское, 16) Чашинское и 17) Шельдинское.

Томской губ.: 18) Коуракское, 19) Родина, 20) Ребрихинское, 21) Сузунское, 22) Тулинское, 23) Анисимовское, 24) Онгудай.

Тургайской обл.: 25) Карабутакъ, 26) Ауліекуль и 27) Батпакъ-Кара.

Уфимской губ.: 28) Златоустъ II.

Изъ этихъ новыхъ наблюдательныхъ пунктовъ станціи, отмѣченныя нумерами 1, 4, 7, 8, 9 и 28 устроены Уральскимъ Обществомъ Любителей Естествознанія; №№ 2, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 25, 26 и 27 устроены Екатеринбургскою Обсерваторіею; № 5 устроена г. Начальникомъ Иртышскаго Участка Томскаго Округа Путей Сообщенія; №№ 18, 19, 20, 21 и 22 устроены Кабинетомъ Его Величества, благодаря стараніямъ Д. И. Звѣрева. Въ пункты 3 и 23 гг. наблюдатели переѣхали изъ закрывшихся станцій Верхъ-Нердва и Ганюшкино зимовье. Уже выше упомянуто, что станціи 11 и 24 перешли изъ II разряда въ III разрядъ. Въ № 16 наблюденія возобновились. Наконецъ, въ пунктѣ 17 наблюдатель устроилъ станцію на свои собственныя средства.

Число дождемѣрныхъ станцій III разряда, дѣйствовавшихъ въ 1902 г., было 184, а если сюда причислить также и станціи II разряда, присылавшія наблюденія надъ осадками, то всего получено наблюденій надъ осадками изъ 282 пунктовъ.

Подробныя наблюденія надъ грозами были получены изъ 180 станцій II и III разрядовъ, а наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ изъ 245 станцій II и III разрядовъ.

Распредѣленіе по губерніямъ и областямъ какъ дождемѣрныхъ, такъ и грозовыхъ и снѣгомѣрныхъ станцій дается въ I части Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Число поступившихъ въ Обсерваторію наблюденій за 1902 годъ [1]) показано въ слѣдующемъ спискѣ, гдѣ, для сравненія, показано также и число наблюденій предыдущаго года:

---

1) Не считая наблюденій самой Обсерваторіи.

	1902 г.	1901 г.
Наблюдательныхъ книжекъ станцій II разряда. .	1045	964
Мѣсячныхъ таблицъ станцій II разряда.	638	594
Таблицъ и книжекъ съ случайными и фенологическими наблюденіями	46	118
Мѣсячныхъ дождемѣрныхъ таблицъ	2085	1700
Мѣсячныхъ грозовыхъ таблицъ.	781	1200
Мѣсячныхъ снѣгомѣрныхъ таблицъ	1670	1400
Свѣдѣній о вскрытіи и замерзаніи водъ	539	572
Книжекъ съ экстраординарными наблюденіями .	288	—
Таблицъ экстраординарныхъ наблюденій, въ томъ числѣ и обработки записей геліографовъ. . .	335	—

При провѣркѣ и обработкѣ наблюденій мы придерживались тѣхъ же правилъ, которыя уже подробно изложены въ отчетѣ за предыдущій годъ; однако, теперь мы еще строже подвергали наблюденія критикѣ. Для этой цѣли наблюденія надъ давленіемъ и температурою воздуха всѣхъ станцій были нанесены въ видѣ кривыхъ на разграфленную бумагу. При такомъ способѣ провѣрки наблюденій, правда, отнимавшемъ много времени, рельефно выступали всѣ случайные крупные промахи въ наблюденіяхъ, которые затѣмъ, конечно, были исправлены. Кромѣ того, обнаружились и тѣ печальные случаи, когда нѣкоторые изъ гг. наблюдателей позволяли себѣ заполнять пропуски въ своихъ наблюденіяхъ вымышленными числами. Впрочемъ такихъ случаевъ было немного.

Особенное вниманіе мы, по прежнему, обращали на наблюденія надъ влажностью воздуха, которыя всѣ были обработаны въ Обсерваторіи, независимо отъ того, вычислялъ ли ихъ уже наблюдатель или нѣтъ. Прежде всего мы выводили поправки гигрометровъ при разныхъ степеняхъ влажности путемъ сравненія ихъ съ психрометрами за лѣтніе мѣсяцы. При этомъ мы придерживались правила, чтобы для первой половины зимы, до конца декабря, пользоваться поправками гигрометровъ, выведенными по сличительнымъ наблюденіямъ второй половины лѣта, а отсчеты, сдѣланные по гигрометрамъ въ теченіе второй половины зимы, начиная съ января мѣсяца, исправлялись поправками, выведенными изъ послѣдующихъ за ними наблюденій первой половины лѣтняго времени.

Всего мы подвергли такимъ сравненіямъ наблюденія 64 станцій, въ общей сложности за 378 мѣсяцевъ. Если наблюденія надъ влажностью оказывались сомнительнаго достоинства, мы ихъ не представляли для напечатанія.

За теплое время года, когда смоченный термометръ показывалъ не менѣе, чѣмъ 0°,5 тепла, влажность воздуха вычислялась по показаніямъ психрометровъ, за исключеніемъ, конечно, тѣхъ, встрѣчавшихся иногда, случаевъ, когда смоченный термометръ показывалъ слишкомъ высокія температуры, будучи, очевидно, не достаточно влажнымъ, вслѣдствіе чего

степень влажности получалась, по вычисленіямъ, слишкомъ большою. Въ такихъ случаяхъ, а также и при обработкѣ наблюденій за зимнее время мы пользовались показаніями гигрометровъ.

Поступающія въ Обсерваторію наблюденія мы старались, по возможности, скорѣе просматривать и провѣрять, чтобы во-время обратить вниманіе гг. наблюдателей на желаемыя улучшенія. Окончательно же, конечно, наблюденія 1902 года не могли быть обработаны ко времени представленія сего отчета, такъ какъ въ это время заканчивалась обработка всѣхъ наблюденій предыдущаго 1901 года, которыя частями представлялись Николаевской Главной Физической Обсерваторіи въ опредѣленные послѣднею сроки.

Число этихъ наблюденій уже показано въ прошлогоднемъ отчетѣ, а какія изъ этихъ наблюденій представлены для напечатанія — полностью или въ формѣ выводовъ — и какія наблюденія, вслѣдствіе ихъ неполноты или по другимъ причинамъ, не публикуются, а хранятся въ оригиналахъ въ архивѣ Обсерваторіи, о томъ также представленъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію подробный списокъ, который напечатанъ въ ея Лѣтописяхъ.

Собранныя Обсерваторіею свѣдѣнія о вскрытіи и замерзаніи рѣкъ и озеръ за 1901 годъ были отосланы въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, по предварительной ихъ повѣркѣ въ началѣ отчетнаго года. Равнымъ образомъ и соотвѣтствующія наблюденія 1902 года будутъ представлены въ скоромъ времени.

Обсерваторіею собирались также и свѣдѣнія о землетрясеніяхъ. Эти данныя большею частью уже представлены въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Наконецъ, приводимъ списокъ приборовъ, которыми Екатеринбургская Обсерваторія въ отчетномъ году снабдила разныя метеорологическія станціи своей сѣти.

Списокъ станцій, которымъ въ 1902 году Екатеринбургской Обсерваторіей разосланы инструменты:

1) Висимо-Шайтанскъ, II разр. Психрометрическій термометръ № 5889 (20151). Дождемѣры №№ 53 и 54 съ защитой.

2) Тобольскъ, II разр. Психрометрическіе термометры №№ 20092 (5843) и 20093 (5843*).

3) Камень, II разр. Минимальный термометръ № 17163 (5503).

4) Туринскъ, II разр. Термометръ для поверхности земли № 19265 (5814). Минимальный термометръ № 17177 (5518). Максимальный термометръ № 21627 (6424). Два блока.

5) Кокчетавъ, II разр. Минимальный термометръ № 17188 (5529). Дождемѣры №№ 18 и 18* съ защитой. Минимальный термометръ № 20920 (6154). Гигрометръ № 11816 (2080). Минимальный термометръ № 20831 (6061).

6) Чермазскій зав., III разр. Дождемѣры №№ 51 и 52.

7) Шельдинское имѣніе, III разр. Измѣрительный стаканъ № 18724.

8) Ревдинскій зав., II разр. Гигрометръ № 2163.

9) Курганъ, II разр. Почвенный термометръ № 17461 (5601).

10) Нижне-Тагильскій зав., II разр. Гигрометръ № 15241 (156) и блоки.

11) Кизеловскій зав. II разр. Максимальный термометръ № 21628 (6426). Максимальный термометръ № 21662 (6465). Анероидъ № 23593 (1189). Измѣрительный стаканъ № 19365.

12) Семипалатинскъ, II разр. Минимальный термометръ № 17197 (5538).

13) Плехановское, II разр. Дождемѣры №№ 55 и 56 съ защитой.

14) Усть-Каменогорскъ, II разр. Измѣрительный стаканъ № 18718.

15) Омскъ, II разр. Минимальный термометръ № 18911 (5751). Почвенный термометръ № 17417 (5606*). Минимальный термометръ № 20909 (6142).

16) Иткульскій зав., II разр. Психрометрическій термометръ № 20164 (5902). Максимальный термометръ № 21654 (6456). Психрометрическій термометръ № 20129 (5865*). Измѣрительный стаканъ № 19363.

17) Атбасаръ, II разр. Минимальный термометръ № 17224 (5580).

18) Алтайская станица, II разр. Анероидъ № 1185 (22130). Смоченный термометръ № 20141 (5877), гигрометръ № 132 (22038). Дождемѣры №№ 57 и 58 съ защитой и ручной фонарь.

19) Петропавловская сельско-хозяйственная школа, II разр. Психрометрическій термометръ № 20110 (5852*). Минимальный термометръ № 18975 (5817). Флюгеръ № 19513. Дождемѣры №№ 61 и 62 и фонарь.

20) Успенское, III разр. Дождемѣры №№ 59 и 60 съ защитой. Измѣрительный стаканъ № 18725.

21) Зайсанъ, II разр. Гигрометръ № 356 (22261). Измѣрительный стаканъ № 18727.

22) Аманеева, III разр. Дождемѣры №№ 63 и 64 съ защитой. Измѣрительный стаканъ № 18727.

23) Тайга, II разр. Максимальный термометръ № 21656 (6459). Максимальный термометръ № 22995 (6618).

24) Лебяжій поселокъ, III разр. Дождемѣры №№ 65 и 66 съ защитой.

25) Акмолинскъ, II разр. Дождемѣры №№ 67 и 68 съ защитой. Термографъ № 23728.

26) Каркаралинскъ, II разр. Термометръ для поверхности земли № 4675 (14668).

27) Кустанай, II разр. Анероидъ № 15009 (1021), клѣтка цинковая съ вентиляторомъ, два блока, психрометрическіе термометры №№ 18464 (5680) и 18465 (5680*), минимальный термометръ № 18901 (5740), максимальный термометръ № 19300 (5922), гигрометръ № 18130 (265), флюгеръ № 19504, термометръ для поверхности земли № 14656 (4663), ртутный барометръ № 625 дождемѣры №№ 70 и 71 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19828 и фонарь.

28) Томскъ, II разр. Гигрометръ № 22260 (352).

29) Уркачъ, II разр. Ртутный барометръ № 681. Дождемѣры №№ 72 и 73 съ защитой. Анероидъ № 23592 (1189).

30) Благодатка, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, блоки, дождемѣры №№ 101 и 102 съ защитой. Психрометрическіе термометры №№ 23473 (6686) и 23474 (6686*). Гигрометръ № 22252 (2016). Геліографъ Кемпбеля № 204 (22466).

31) Верхотурье, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, блоки, дождемѣры №№ 74 и 75 съ защитой, сухой термометръ № 20165 (5903). Чашечный барометръ № 626.

32) Ирбитъ, II разр. Сухой термометръ № 20094 (5844) Минимальный термометръ № 18993 (5837). Дождемѣры №№ 129 и 130 съ защитой. Ручной фонарь.

33) Соликамскъ, II разр. Дождемѣры №№ 76 и 77 съ защитой. Минимальный термометръ № 18894 (5733).

34) Тургай, II разр. Ртутный барометръ № 680.

35) Иргизъ, II разр. Ртутный барометръ № 627. Анероидъ № 18093 (1109), психрометрическіе термометры №№ 18484 (5690) и 18485 (5690*), минимальный термометръ № 18913 (5753), максимальный термометръ № 19301 (5923), гигрометръ № 18131 (266), термометръ для поверхности земли № 14650 (4656), цинковая клѣтка, блоки, флюгеръ № 19505, дождемѣры №№ 109 и 110 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 18730 и ручной фонарь.

36) Кочубаево, II разр. Минимальный термометръ № 20870 (6101).

37) Самарово, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, психрометрическіе термометры №№ 20096 (5845) и 20097 (5845*).

38) Березовъ, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, сухой термометръ № 23509 (6704), минимальный термометръ № 20885 (6118), барографъ № 32856 (23097) и термографъ № 27406 (22133). Фонарь. Гигрометръ № 225 (16820).

39) Обдорскъ, II разр. Минимальный термометръ № 20901 (6134). Сухой термометръ № 23505 (6702). Термографъ № 22137 (31065) и барографъ № 23098 (32706). Минимальный термометръ № 18890 (5834).

40) Ачинскъ, II разр. Минимальный термометръ № 18904 (5744). Почвенный термометръ № 17472 (5607).

41) Юшкова, II разр. Дождемѣры №№ 105 и 106 съ защитой.

42) Камбарскій зав., III разр. Дождемѣры №№ 107 и 108 съ защитой.

43) Чусовская, II разр. Гигрометръ № 2110, ручной фонарь.

44) Богословскій зав. II разр. Минимальный термометръ № 18923 (5764), максимальный термометръ № 21676 (6482). Флюгеръ съ 2 указателями силы вѣтра № 23982, максимальный термометръ № 21618 (6414), ручной фонарь, блоки, психрометрическій стаканчикъ съ крышкою.

45) Оханская сельско-хозяйственная школа, II разр. Дождемѣры съ защитой №№ 111 и 112. Чашечный барометръ № 628. Максимальный термометръ № 23026 (6650) и стеклянная трубка на шкалу барометра.

46) Чибунды, II разр. Сухой термометръ № 23506 (6702*).

47) Зыряновскій рудникъ, II разр. Почвенный термометръ № 17470 (5606).

48) Томская сельско-хозяйственная школа, II разр. Гигрометръ № 2102, минимальный термометръ № 20841 (6072).

49) Пелымское, III разр. Дождемѣры № 113 и 114 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 18731.

50) Барнаулъ, II разр. Почвенные термометры № 24636 (6808) и № 17472 (5607). Максимальный термометръ № 24802 (1581).

51) Тюмень, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ и блоки. Дождемѣры №№ 115 и 116 съ защитой.

52) Калачинская, III разр. Дождемѣръ № 38.

53) Усть-Суерское, III разр. Дождемѣры №№ 119 и 120 съ защитой.

54) Каргатскій форпостъ, II разр. Фонарь.

55) Карабутакъ, III разр. Дождемѣры №№ 121 и 122 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19407.

56) Батпакъ-Кара, III разр. Дождемѣры №№ 7525 и 7526 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 18707.

57) Спасскій зав. II разр. Термометръ для поверхности земли № 5825 (19276).

58) Туринскъ 3, III разр. Дождемѣры №№ 123 и 124 съ защитой.

59) Маріинскъ, II разр. Блоки къ вентилятору.

60) Шадринскъ, II разр. Гигрометръ № 1951 (2159).

61) Мостовское, III разр. Дождемѣры №№ 197 и 198 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19824.

62) Локосовское, III разр. Измѣрительный стаканъ № 19825.

63) Абатское, III разр. Дождемѣры №№ 99 и 100 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19826.

64) Кривецкое, III разр. Дождемѣры №№ 103 и 104 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19827.

65) Сатыжинское, II разр. Барометръ № 699, анероидъ № 18092, психрометрическіе термометры № 18476 (5686) и 18477 (5686*), минимальный термометръ № 18903 (5743), максимальный термометръ № 19302 (5924), гигрометръ № 19319 (280), флюгеръ № 19506, термометръ для поверхности земли № 4639 (14644), клѣтка съ вентиляторомъ. Дождемѣры №№ 133 и 134 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19828, пара блоковъ и фонарь.

66) Пермь, II разр. Дождемѣры №№ 125 и 126.

67) Татарская, II разр. Термометръ для поверхности земли № 19231 (5778), фонарь. Психрометрическій стаканчикъ.

68) Ауліекуль, III разр. Дождемѣры №№ 127 и 128 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 18729.

69) Кулакова, III разр. Дождемѣры №№ 131 и 132 съ защитой.

70) Верхнеуральскъ, II разр. Анероидъ № 24253, психрометрическіе термометры №№ 23479 (6689) и 23480 (6689*), минимальный термометръ № 6147 (20914), гигрометръ № 24899, флюгеръ № 23977, максимальный термометръ № 23053 (6678), фонарь, дождемѣры №№ 135 и 136 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19831 и блоки.

71) Узунъ-Булакъ, II разр. Психрометрическіе термометры №№ 20101 (5848) и 20102 (5848*), минимальный термометръ № 18923 (5764), гигрометръ № 24914(398), клѣтка съ вентиляторомъ, флюгеръ № 25424 и блоки.

72) Зырянское, III разр. Дождемѣры №№ 7517 и 7518 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19364.

73) Неожиданный пріискъ, II разр. Минимальный термометръ № 17418 (5616).

74) Камышловъ 2, III разр. Дождемѣры №№ 153 и 154 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19362.

Отдѣленіе предупрежденій о метеляхъ.

Съ февраля отчетнаго года въ этомъ отдѣленіи начались подготовительныя работы, которыя производились завѣдующимъ г. Ганнотомъ и подъ его руководствомъ г. Сабанѣевымъ.

Сперва были вычислены и составлены таблицы для приведенія къ уровню моря барометрическихъ данныхъ для 62 станцій. Для этой цѣли пользовались упрощенной формулой, приведенной въ Lehrbuch der Meteorologie Шпрунга:

$$h = A\,\frac{B - b}{B + b}$$

гдѣ $A = 16002\,(1 + 0{,}0039\,t)$.

Предварительно были сдѣланы сравненія приведеній по этой формулѣ и по точной формулѣ Рюльмана, при чемъ оказалось, что разности приведеній по обѣимъ формуламъ для высотъ въ предѣлахъ 0—300 метровъ лишь при крайнихъ температурахъ достигали 0.2 мм. Высоты станцій притомъ были приняты на основаніи послѣднихъ, имѣвшихся въ Обсерваторіи, данныхъ о нихъ.

Затѣмъ, въ отчетномъ году были вычерчены синоптическія карты для сроковъ 7 ч. у. и 9 ч. в. за 1900 годъ—730 картъ и за половину 1901 года—364 карты, а всего 1094 карты.

Матеріаломъ для вычерчиванія этихъ картъ служили: 1) данныя своей сѣти, 2) приведенныя въ Лѣтописяхъ полностью наблюденія станцій остальной части Сибири и Туркестана и 3) для восточной части Европейской Россіи данныя изъ ежедневныхъ бюллетеней Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

При этомъ данныя первыхъ двухъ категорій, до нанесенія на карту, предварительно

записывались въ особо заведенные (по образцу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи) журналы, гдѣ показанія барометра приводились къ уровню моря, данныя же послѣдней категоріи переписывались на карту прямо изъ бюллетеней. Журналы велъ г. Сабанѣевъ, а нанесеніемъ данныхъ на карты былъ занятъ г. Ганнотъ.

Для западной половины Европейской Россіи и западной Европы изобары могли быть прямо переведены на наши карты изъ бюллетеней Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, благодаря тому обстоятельству, что форматъ картъ былъ одинаковый съ форматомъ бюллетеней. Изобары же остальной части Россійской Имперіи проводились г. Ганнотомъ.

Такимъ образомъ, получилась возможность прослѣдить за передвиженіемъ барометрическихъ максимумовъ и минимумовъ на весьма большомъ разстояніи.

Всѣ пути минимумовъ и максимумовъ 1900 года г. Ганнотъ нанесъ на карты, отдѣльно за каждый мѣсяцъ, при чемъ выяснилось, что нѣкоторые изъ этихъ путей простирались, въ восточномъ направленіи, отъ Атлантическаго океана почти до Тихаго. Подробное же изложеніе полученныхъ результатовъ, конечно, было бы преждевременно.

XIV. Иркутская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія.

1. Личный составъ.

Г. Директоръ Иркутской Обсерваторіи доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1902 годъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Въ отчетномъ году намъ снова приходится констатировать значительныя измѣненія въ составѣ наблюдателей и вычислителей. Причины этого печальнаго явленія, становящагося у насъ хроническимъ, тѣ же, на которыя приходилось указывать и ранѣе, а именно: недостаточное вознагражденіе служащихъ при отвѣтственной и не легкой работѣ въ связи съ общею дороговизною жизни въ Иркутскѣ. Наши наблюдательницы и вычислительницы получаютъ меньшее вознагражденіе, чѣмъ курьеры и сторожа въ желѣзнодорожныхъ Управленіяхъ г. Иркутска. Само собою разумѣется, что при такомъ вознагражденіи трудно удержать на мѣстахъ лицъ достойныхъ и способныхъ, а постоянная смѣна наблюдательницъ и вычислительницъ не можетъ не вліять плохо на успѣхи нашихъ работъ.

Въ личномъ составѣ служащихъ произошли слѣдующія перемѣны сравнительно съ предыдущимъ годомъ.

Завѣдывающій Отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій, И. И. Манухинъ, съ 17-го іюля откомандированъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для занятій тамъ изслѣдованіями по обработкѣ типовъ путей циклоновъ въ Восточной Сибири.

Далѣе, въ числѣ наблюдателей Обсерваторіи, подъ руководствомъ Р. Г. Розенталя, работали: г. А. И. Сапожниковъ по 20-е мая, г-жи М. Ф. Сапожникова по 1-е августа, Е. Д. Ганъ до 3-го августа, В. В. Васильева до 26 сентября, О. В. Бируля до 20-го

сентября, Е. В. Ткачъ и О. Н. Могилева съ 1 августа до конца года, С. Н. Иванова съ 19 сентября, М. И. Самсонова съ 1 октября и А. Н. Тищевская съ 23 октября—всѣ три до конца года. Временно, сверхъ того, работали въ Отдѣленіи г-жи М. И. Голубева съ 20 мая по 1 августа, Е. К. Рейнгардтъ съ 3 августа по 24 октября и К. Р. Розенталь съ 4 іюня по 4 іюля. Наконецъ, въ теченіе почти всего года, до 20 декабря, была въ этомъ Отдѣленіи вычислительницею г-жа Е. А. Мокѣевская, замѣненная съ 30 декабря К. Г. Шишеловой. Изъ числа указанныхъ выше лицъ совсѣмъ оставили службу въ Обсерваторіи, по различнымъ причинамъ, г-жи Сапожникова, Бируля, Голубева и Мокѣевская, остальныя же лица только перемѣнили родъ своихъ занятій, занявъ мѣста въ другихъ Отдѣленіяхъ Обсерваторіи.

Отпусками въ теченіе года пользовались г-жи В. В. Васильева и Е. А. Мокѣевская, каждая на двѣ недѣли.

Въ Отдѣленіи штормовыхъ предостереженій, дѣятельность котораго у насъ продолжалась до 16 іюля, дня отъѣзда г. Мапухина въ командировку, работали, подъ его руководствомъ, г-жи Е. Н. Иванова до 20 февраля, В. И. Подгорбунская съ 7-го января по 20 іюня, М. И. Литвинцева съ 10 февраля по 10 мая и г. А. И. Сапожниковъ съ 20-го мая по 1-е іюня и съ 19-го іюня по 16-е іюля.

Далѣе, въ Отдѣленіи сѣти станцій, подъ руководствомъ В. Б. Шостаковича, занимались обработкой наблюденій нашей сѣти въ теченіе цѣлаго года: г-жи Л. В. Шитикова, К. Г. Шишелова и В. Н. Уфтюжанинова; затѣмъ, до конца года: г-жи Е. П. Воротникова съ 20 мая, Н. В. Граженская съ 13 іюля, М. А. Горская съ 20 октября и Е. К. Рейнгардтъ съ 24 октября; временно работали въ Отдѣленіи: г-жи М. Е. Костромитинова съ 1 января до апрѣля и затѣмъ снова съ 16 по 31 декабря, А. Н. Тищевская съ 12 января по 23 октября, Ю. Д. Курбатова съ 14 января по 14 марта, Ю. П. Налетова съ 29 марта по 20 іюня и Е. Г. Перчукъ съ 16 по 26 марта. Наконецъ, въ томъ же Отдѣленіи занимались: г-жи Е. Н. Иванова, съ 21 февраля по 23 декабря, обработкой наблюденій Верхоянской станціи (за счетъ особаго кредита), Е. Ф. Нерике — перепиской бумагъ, причемъ во время 2-хъ мѣсячнаго ея отсутствія ее замѣнялъ А. И. Сапожниковъ, и Г. Поповъ, съ 28 ноября до конца года,—снятіемъ копій съ наблюденій различныхъ станцій, затребованныхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіею.

Изъ числа указанныхъ лицъ оставили службу въ Обсерваторіи г-жи Налетова, Курбатова и Иванова, и перешли въ другія отдѣленія г-жи Тищевская и Перчукъ.

Въ теченіе года пользовались 2-хъ недѣльнымъ отпускомъ, съ сохраненіемъ содержанія, г-жи Иванова, Уфтюжанинова, Шишелова и Шитикова; послѣднія, сверхъ того, были въ отпускахъ, безъ содержанія: первая въ теченіе 14, вторая въ теченіе 18 дней.

Наконецъ, кромѣ указанныхъ лицъ, занимались еще въ Обсерваторіи, подъ руководствомъ Директора: въ качествѣ механика—Е. К. Ганъ, въ теченіе всего года, и обработкою

сейсмическихъ наблюденій г-жи Е. Г. Перчукъ съ 26-го марта по 20 іюня и Е. Д. Ганъ съ 3 августа до конца года.

Изъ числа старшихъ служащихъ никто въ теченіе года отпускомъ не пользовался.

Въ командировкахъ были:

1) Директоръ Обсерваторіи А. В. Вознесенскій съ 27 по 30 іюня и съ 5 по 27 августа, для пріема маяковъ на озерѣ Байкалѣ отъ Начальника Гидрографической экспедиціи Байкальскаго озера Ф. К. Дриженко, и съ 21 октября по 8 ноября, для устройства сейсмической станціи въ Красноярскѣ и для попутнаго обозрѣнія метеорологичестанцій въ Красноярскѣ, Тулунѣ и Тайшетѣ.

2) Завѣдывающій Отдѣленіемъ сѣти станцій В. Б. Шостаковичъ съ 31 мая по 23 іюня, для осмотра станцій въ различныхъ частяхъ Иркутской губерніи.

3) Механикъ Обсерваторіи Е. К. Ганъ съ 17 по 24 сентября, для установки приборовъ сейсмической станціи въ Кабанскѣ.

2. Администрація.

Переписка по дѣламъ Обсерваторіи велась мною и отчасти (по наблюденіямъ станцій) г. Шостаковичемъ; канцелярскими работами занималась г-жа Е. Ф. Нерике, причемъ временно ее замѣнялъ г. А. И. Сапожниковъ. Вся переписка, по журналамъ канцеляріи, сводится къ 2998 нумерамъ поступленій и къ 2162 нумерамъ отправокъ. Въ числѣ поступившихъ бумагъ насчитывается 1271 нумеръ различнаго рода наблюденій. Сверхъ того, Обсерваторіею отправлялись ежедневно двѣ телеграммы о погодѣ: одна въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію въ С.-Петербургъ, а другая въ Ци-ка-вейскую Обсерваторію близъ Шанхая. Затѣмъ, ежедневные бюллетени о погодѣ доставлялись въ редакціи двухъ мѣстныхъ газетъ: «Иркутскихъ Губернскихъ Вѣдомостей» и «Восточнаго Обозрѣнія».

Библіотека Обсерваторіи увеличилась въ отчетномъ году поступленіемъ 140 новыхъ книгъ, въ 149 томахъ, и 26 журналовъ, въ количествѣ 646 нумеровъ. Значительная часть этихъ книгъ, а именно: 134 названія, въ 769 нумерахъ, были получены въ даръ отъ различныхъ учрежденій и лицъ, и только небольшая часть — 12 журналовъ и другихъ повременныхъ изданій и 20 книгъ, всего въ 135 нумерахъ, пріобрѣтены покупкою. На пріобрѣтеніе книгъ и журналовъ и на переплетъ ихъ затрачено 313 р. 57 к.

Изъ другихъ пріобрѣтеній Обсерваторіи наиболѣе крупными были:

1) Пріобрѣтеніе двухъ сейсмографовъ Цельнера, выполненныхъ по указаніямъ профессора Левицкаго извѣстною фирмою Репсольдъ. Приборы эти, стоимостью свыше 1000 руб., были пріобрѣтены на средства, ассигнованныя Императорскимъ Русскимъ Географическимъ Обществомъ.

2) Затѣмъ, слѣдуетъ отмѣтить, какъ не менѣе цѣнное поступленіе, пишущую часть къ этимъ приборамъ, состоящую изъ вращаемаго часовымъ механизмомъ, особо приспособлен-

наго барабана, на который надѣвается фотографическая бумага, и двухъ бензиновыхъ лампъ съ регулирующимися щелями и приспособленіями для прерыванія освѣщенія путемъ электричества. Наконецъ, сюда же вводятся особые часы, приспособленные для замыканія тока черезъ извѣстные промежутки, для полученія отмѣтокъ времени на кривыхъ сейсмографа. Первый приборъ выполненъ также по указаніямъ профессора Левицкаго, отчасти по идеѣ профессора Вихерта, механикомъ Фехнеромъ въ Потсдамѣ, часы же изготовлены Берлинскою фирмою Лебнера (Löbner).

Эти приборы были пріобрѣтены для Иркутской Обсерваторіи Центральною Сейсмическою Комиссіею. Стоимость ихъ около 1000 рублей.

3) Только въ 1902 году были получены Обсерваторіею два маятника Боша Страсбургскаго типа, нѣсколько измѣненной конструкціи (не содержащіе желѣза), предназначенные для сейсмическихъ наблюденій въ Обсерваторіи на тотъ случай, если бы приборы эти пришлось установить вблизи магнитныхъ приборовъ. Болѣе тщательное и аккуратное исполненіе основной части приборовъ дѣлаетъ ихъ, дѣйствительно, болѣе желательными, чѣмъ обыкновенные приборы того же типа, работы Боша. Къ сожалѣнію, этого нельзя сказать о часахъ, дающихъ минутные контакты на сейсмографахъ. Замѣнить въ нихъ всѣ части мѣдными Бошъ не могъ, такъ что имъ не достигнута основная задача, ему предложенная; и въ остальныхъ частяхъ эти часы также оставляютъ желать лучшаго, какъ и рядовые часы этого мастера, доставляемые имъ при такихъ же приборахъ.

4) Затѣмъ, слѣдуетъ упомянуть о новой серіи почвенныхъ термометровъ въ эбонитовыхъ трубкахъ, пріобрѣтенныхъ нами для замѣны основной серіи нашихъ почвенныхъ термометровъ, деревянныя трубки которыхъ, послѣ долголѣтней своей службы, пришли въ негодность.

5) Наконецъ, слѣдуетъ указать на пріобрѣтеніе 11 различныхъ приборовъ и предметовъ, общею стоимостью въ 140 р. 47 к.

Въ общемъ, стоимость всѣхъ новыхъ приборовъ, пріобрѣтенныхъ въ 1902 году, оцѣнивается въ 2750 р. 47 к.

Мебели въ отчетномъ году пріобрѣтено 14 предметовъ, общая стоимость которыхъ, вмѣстѣ съ ремонтомъ пріобрѣтенной прежде мебели, составила 325 руб.

Относительно остальныхъ расходовъ слѣдуетъ указать на двѣ крупныхъ передержки сравнительно со смѣтными назначеніями. Первая изъ нихъ превышаетъ 1200 рублей и цѣликомъ вызвана увеличеніемъ вознагражденія нашимъ вычислителямъ и наблюдателямъ. Назначенныхъ по штату на этотъ предметъ 3600 рублей совершенно недостаточно, и намъ пришлось увеличить расходы на этотъ предметъ слишкомъ на 25% противъ нормы; даже при этомъ увеличеніи, идущемъ, несомнѣнно, въ ущербъ другимъ расходнымъ статьямъ, мы все-таки почти не въ состояніи выполнить всѣ работы, такъ или иначе ставящіяся намъ на очередь. Въ виду этого вопросъ объ увеличеніи вознагражденія нашимъ младшимъ служащимъ становится все насущнѣе съ каждымъ годомъ. Второй перерасходъ противъ смѣты вызванъ значительнымъ увеличеніемъ расходовъ хозяйственныхъ и на ремонтъ. Здѣсь израсходованная сумма превышаетъ ассигнованную (3600 руб.) на

1479 р. 23 к. Я имѣлъ уже случай въ минувшемъ отчетѣ указывать, что въ нашихъ зданіяхъ, годъ отъ году старѣющихъ, все больше выясняется необходимость крупнаго ремонта то тамъ, то тутъ. Съ каждымъ годомъ приходится удѣлять на ремонтъ все бо́льшія суммы. Вмѣстѣ съ тѣмъ, растутъ и расходы на отопленіе, вслѣдствіе повышенія цѣнъ на топливо, и остальные мелочные расходы—канцелярскіе и хозяйственные. Перерасходъ по этой статьѣ приходится покрывать урѣзками по другимъ статьямъ, назначеннымъ на удовлетвореніе чисто научныхъ нуждъ Обсерваторіи, что, конечно, ненормально. Было бы поэтому крайне желательно и своевременно ходатайствовать объ увеличеніи суммъ, положенныхъ на вознагражденіе нашихъ младшихъ служащихъ и на хозяйственные наши расходы.

Въ теченіе отчетнаго года, помимо обычнаго опредѣленія поправокъ нашихъ приборовъ, были провѣрены въ Обсерваторіи:

27 ртутныхъ барометровъ,
23 анероида,
1 барографъ,
1 гипсотермометръ,
4 термометра,
1 термографъ и
1 гигрометръ.

Въ отчетномъ году Обсерваторіею были выданы различнымъ учрежденіямъ и лицамъ слѣдующія справки:

1) Красноярской Учительской Семинаріи—о температурѣ зимнихъ мѣсяцевъ въ Красноярскѣ за 1899—1901 года.

2) Инженеру Н. Демчинскому въ С.-Петербургѣ—среднія суточныя давленія и температуры воздуха въ Якутскѣ за октябрь—декабрь 1901 года.

3) Г. Крынковскому въ Култукѣ — данныя о температурѣ воздуха въ Иркутскѣ и Мысовой съ 15 ноября по 1 декабря 1900 года.

4) Горному штейгеру г. Кислякову въ Черемховѣ—данныя о магнитномъ склоненіи въ Иркутскѣ 18 іюня 1902 года.

5) Завѣдывающему сводомъ нивеллировокъ Россійской Имперіи — данныя о давленіи и температурѣ воздуха за май—октябрь 1901 г. въ Красноярскѣ и Минусинскѣ.

6) Начальнику Военно-Топографическаго Отдѣла въ Омскѣ, генералу Шмидту—данныя о давленіи и температурѣ воздуха въ Нижнеудинскѣ за іюнь 1902 года.

7) Санитарному врачу переселенческаго управленія г. Михайлову въ Омскѣ—данныя о температурѣ воздуха лѣтомъ 1901 года вдоль линіи Сибирской желѣзной дороги.

8) Хранителю геологическаго музея Императорской Академіи Наукъ г. И. Толмачеву — данныя о температурѣ и давленіи воздуха въ Красноярскѣ за іюнь — августъ 1902 г.

9) Коммерческому Отдѣлу Забайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія о буряхъ на Байкалѣ за 1901 и 1902 года.

10) Генеральнаго Штаба капитану Федоренко въ Омскѣ — копіи записей самопишущихъ приборовъ Ришара въ Тункѣ съ 14 іюля по 5 августа 1902 г.

11) Горному инженеру Преображенскому—данныя о температурѣ и давленіи воздуха на Благовѣщенскомъ пріискѣ за іюнь—сентябрь 1902 г.

12) Инженеру Р. О. Гешель въ Тайшетѣ—свѣдѣнія о направленіи и силѣ вѣтра 3-го сентября 1902 года въ Тайшетѣ.

13) Генеральнаго Штаба подполковнику Верещагину въ Омскѣ—свѣдѣнія о давленіи и температурѣ воздуха въ Култукѣ, Иркутскѣ и Троицкосавскѣ за іюль 1902 г.

14) Горному инженеру Рязанову — копіи записей термографа и барографа въ Кабанскѣ за августъ—октябрь 1902 г.

15) Николаевской Главной Физической Обсерваторіи — копіи наблюденій за январь — апрѣль 1900 года станцій Урга, Залари, Мархинское, Средне-Колымскъ, Русское Устье, Минусинскъ, Енисейскъ и Якутскъ.

16) Врачу Енисейскаго резервнаго батальона — выводы изъ наблюденій Иркутской Обсерваторіи за 1901 годъ.

17) Городскому Головѣ г. Иркутска — о скорости теченія рѣки Ангары подъ Иркутскомъ и профилѣ ея дна.

18) Такія же данныя Управляющему дорожною и строительною частями при Иркутскомъ Военномъ Генералъ-Губернаторѣ.

19) Присяжному повѣренному г. Фатѣеву — свѣдѣнія о максимальной и минимальной температурѣ воздуха въ Иркутскѣ за 25 октября 1900 года.

20) Врачу дисциплинарной роты—выводы изъ наблюденій въ Иркутскѣ за 1901 годъ.

21) Геологу Макерову — данныя о температурѣ и давленіи воздуха въ Иркутскѣ въ различные дни и часы за іюль, августъ, сентябрь и октябрь 1901 года.

22) Горному инженеру Рязанову — температура и давленіе воздуха въ Иркутскѣ за августъ—ноябрь 1901 года.

23) Коммерческому Отдѣлу Забайкальской желѣзной дороги — среднія максимальныя и минимальныя температуры воздуха въ Иркутскѣ съ 16 по 27 октября 1900 года.

24) Центральной Сейсмической Комиссіи, состоящей при Императорской Академіи Наукъ—свѣдѣнія о землетрясеніяхъ по наблюденіямъ въ Иркутскѣ и другихъ мѣстахъ Восточной Сибири за 1887 — 1901 года.

25) Уполномоченному наслѣдниковъ А. Я. Нѣмчинова, П. М. Буйвиду — данныя о скорости вѣтра 27 - 29 октября 1901 года на станціи Ольхонъ.

26) Директору Ци-ка-вейской Обсерваторіи, близъ Шанхая — данныя о распредѣленіи давленія въ Восточной Сибири въ августѣ 1901 года.

27) Техническому Отдѣлу Управленія по постройкѣ Забайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія объ уровнѣ Байкала по наблюденіямъ въ с. Лиственичномъ.

28) Техническому Отдѣлу Управленія по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ въ Восточной Сибири.

29) Академику А. П. Карпинскому въ С.-Петербургѣ — свѣдѣнія о землетрясеніи 30-го марта 1902 года.

30) Дѣйствительному члену Русскаго Астрономическаго Общества А. Панову въ Нижнемъ Новгородѣ—свѣдѣнія объ установленныхъ въ Иркутской Обсерваторіи сейсмическихъ приборахъ.

31) Старшему инженеру Техническаго Отдѣла по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги, А. П. Богословскому—свѣдѣнія о среднихъ температурахъ 19 - 30 мая 1902 года въ Иркутскѣ.

32) Техническому Отдѣлу Управленія Забайкальской желѣзной дороги—среднія температуры воздуха въ зимніе мѣсяцы по многолѣтнимъ даннымъ для станцій Верхнеудинскъ, Петровскій Заводъ, Чита, Нерчинскъ и Нерчинскій Заводъ.

33) Коммерческому Отдѣлу Управленія Забайкальской желѣзной дороги—данныя о вскрытіи и замерзаніи Байкала для различныхъ мѣстъ по многолѣтнимъ наблюденіямъ.

34) Генералу Макаревичу въ Омскѣ—свѣдѣнія о среднихъ мѣсячныхъ температурахъ воздуха на Байкалѣ за январь — апрѣль по многолѣтнимъ наблюденіямъ.

Сверхъ указаннаго выше, въ теченіе года, по мѣрѣ надобности, давались справки о времени часовому мастеру Г. Мульке. Такія же справки давались различнымъ учрежденіямъ и лицамъ, спрашивавшимъ о времени по телефону, въ назначенные часы, по понедѣльникамъ. Значительное число этихъ справокъ, въ общемъ за годъ достигшее 3202 случаевъ, свидѣтельствуетъ о размѣрахъ потребности жителей г. Иркутска въ точномъ времени. Само собою разумѣется, что Обсерваторія никогда не отказывала въ такихъ же справкахъ всѣмъ, лично являвшимся въ Обсерваторію во всякое время.

Работы механика Обсерваторіи въ 1902 году, кромѣ присмотра за исправнымъ дѣйствіемъ самопишущихъ и другихъ приборовъ Обсерваторіи, изъ числа которыхъ особеннаго вниманія требовали, какъ обычно, анемографы и еще того болѣе сейсмическіе приборы, заключались въ слѣдующемъ.

1) Исправленія и небольшія додѣлки въ часахъ, предназначенныхъ для вращенія барабановъ магнитографа.

2) Изготовленіе 2 лампочекъ для керосиноваго освѣщенія магнитографа и особаго фонаря, не содержащаго желѣза.

3) Натягиваніе новыхъ нитей, установка магнитографа, придѣлка особой подставки для помѣщенія его на прежнихъ трехъ столбахъ.

4) Чистка и наполненіе новою ртутью барографа Гаслера и переноска его на новое мѣсто.

5) Установка сейсмографовъ Боша; установка приборовъ Репсольда, сперва въ мастерской и одной изъ комнатъ жилого дома, позднѣе окончательная установка въ сейсмическомъ домѣ.

6) Изготовленіе особой массивной желѣзной рамы для помѣщенія пишущей части прибора на каменномъ столбѣ.

7) Изготовленіе чертежей прибора Репсольда.

8) Изготовленіе особыхъ кюветокъ и другихъ приспособленій для проявленія лентъ Мильна и Репсольда и магнитографа.

9) Изготовленіе подставки для снятія копій съ сейсмограммъ.

10) Многократныя исправленія и коренныя передѣлки часовъ Боша различныхъ серій.

11) Устройство водопровода въ сейсмическомъ домѣ и въ фотографической лабораторіи въ главномъ зданіи.

12) Чистка прибора Вейнгольда.

13) Химическая очистка и двойная перегонка одного пуда ртути.

14) Наполненіе 11 барометровъ и 6 барометрическихъ трубокъ.

15) Изготовленіе двухъ особенно прочныхъ флюгеровъ для станцій Ольхонъ и Песчаная бухта.

16) Изготовленіе одной ленточной и одной складной рейки для нивеллированія.

17) Многократная чистка и небольшія исправленія часовыхъ барабановъ отъ самопишущихъ приборовъ Ришара, приходившихъ съ различныхъ станцій. Затѣмъ, такая же починка часовъ и прочихъ станціонныхъ приборовъ.

18) Установка столбовъ и приборовъ сейсмической станціи въ Кабанскѣ.

Далѣе, на обязанности механика лежало вскрытіе всѣхъ посылокъ съ получаемыми новыми приборами и упаковка отсылаемыхъ приборовъ, въ томъ числѣ и двухъ серій сейсмографовъ. Послѣдняя работа заняла довольно много времени, точно такъ же какъ и отсылка приборовъ на крайній сѣверъ, когда всѣ ящики приходилось запаивать въ цинкъ. Наконецъ, на обязанности механика лежалъ надзоръ за ремонтомъ и покупка матеріаловъ для ремонтныхъ работъ.

Относительно *ремонтныхъ работъ* этого года слѣдуетъ указать, что минувшимъ лѣтомъ были перекрыты крыши какъ жилого дома, такъ и главнаго зданія Обсерваторіи, давно уже требовавшія капитальнаго ремонта. При этомъ, въ видѣ опыта, верхняя часть крыши зданія Обсерваторіи была покрыта, поверхъ одного ряда досокъ, толемъ. Далѣе, окрашены были какъ эти крыши, такъ и всѣ стѣны жилого дома. Затѣмъ, довольно крупныхъ расходовъ потребовало устройство новой фотографической лабораторіи въ юго-восточной комнатѣ главнаго зданія. Здѣсь, досчатою перегородкою была отдѣлена прилегающая къ дверямъ южной магнитной залы часть комнаты, такимъ образомъ, чтобы, помимо пользованія для другихъ цѣлей, этою же лабораторіею возможно было пользоваться и для перемѣны и проявленія фотографической бумаги, снимаемой съ магнитографа, не вынося послѣднюю на дневной свѣтъ. Въ лабораторіи устроенъ бакъ для воды, которая накачивается извнѣ и служитъ какъ для промыванія бумаги и проч., такъ и для снабженія умывальника, въ которомъ у насъ чувствовался постоянный недостатокъ. Остальной ремонтъ сводится къ исправленію и отчасти къ перекладкѣ печей и т. п.

3. Наблюденія въ самой Обсерваторіи.

Въ отчетномъ году обычныя наблюденія Обсерваторіи производились, въ общемъ, въ прежнемъ объемѣ. Что касается раздѣленія труда, то лично на себя я взялъ астрономическія и сейсмическія наблюденія, а также и руководство обработкою послѣднихъ, тогда какъ производство абсолютныхъ магнитныхъ наблюденій и руководство вычисленіемъ и производствомъ ежечасныхъ метеорологическихъ и магнитныхъ наблюденій принялъ исключительно на себя Р. Г. Розенталь.

Въ метеорологическихъ наблюденіяхъ введены слѣдующія измѣненія.

11 іюня на башнѣ установленъ, въ дополненіе къ геліографу Кемпбеля, геліографъ Величко, обыкновеннаго образца, отчасти для интерполированія регистраціи во время возможныхъ случайныхъ пропусковъ въ записяхъ перваго прибора, отчасти же для сравненія записей приборовъ этихъ двухъ типовъ, одновременно работающихъ на различныхъ станціяхъ нашей сѣти. Далѣе, съ 1 іюля прекращены у насъ отсчеты старой серіи почвенныхъ термометровъ, установленныхъ на участкѣ съ оголенной поверхностью, послѣ того, какъ закончены были сравнительныя наблюденія по новой (въ эбонитовыхъ трубкахъ) и старой (въ деревянныхъ трубкахъ) серіямъ такихъ термометровъ, производившіяся въ теченіе цѣлаго года.

Въ отношеніи магнитныхъ наблюденій слѣдуетъ указать на двѣ особенности. Во-первыхъ, въ теченіе отчетнаго года намъ (мнѣ и г. Розенталю, при участіи нашего механика) пришлось затратить очень много времени на установку и жюстировку нашихъ новыхъ магнитныхъ приборовъ и магнитографа въ южной залѣ. Послѣ неоднократныхъ пробъ и предварительныхъ установокъ, въ апрѣлѣ намъ удалось уже пустить въ ходъ магнитографъ, при достаточно хорошо установленныхъ новыхъ двунитномъ и однонитномъ и установленныхъ заново прежнихъ Лойдовыхъ вѣсахъ. Къ сожалѣнію, однако, пятимѣсячный опытъ работы этого прибора (за которою почти исключительно слѣдилъ г. Розенталь) при керосиновомъ освѣщеніи заставилъ насъ отказаться отъ фотографической регистраціи впредь до полученія возможности примѣнить у насъ электрическое освѣщеніе или, по крайней мѣрѣ, впредь до коренной передѣлки освѣтительной части прибора. Попутно, выяснились и другіе недостатки прибора, требующіе также довольно крупныхъ работъ, а именно: недостаточная компенсація магнита двунитнаго прибора и нѣкоторые недостатки въ часахъ. Все это, вмѣстѣ взятое, заставило насъ воспользоваться этими приборами пока только какъ вспомогательными и отложить до болѣе удобнаго времени приведеніе ихъ въ такой видъ, при которомъ возможно было бы использовать ихъ въ полномъ объемѣ.

Второе обстоятельство, о которомъ слѣдуетъ упомянуть, это экстренныя магнитныя наблюденія Обсерваторіи, производившіяся въ теченіе отчетнаго года по особой программѣ, для связи съ работами Германской южно-полярной экспедиціи. Эти наблюденія начались у насъ 15 января и производились регулярно каждое 1-ое и 15-ое число въ назначенные

сроки. Почти всѣ эти наблюденія были выполнены г-жею Е. Д. Ганъ, за особую плату; что касается минутныхъ отсчетовъ въ теченіе условленнаго часа въ каждый изъ указанныхъ дней, то они дѣлались постоянно двумя лицами. Въ первую половину года въ нихъ, обыкновенно, принималъ участіе, кромѣ г-жи Ганъ, г. Р. Г. Розенталь, а во второй половинѣ года г. Е. К. Ганъ. Наблюденія эти будутъ обработаны въ ближайшемъ будущемъ.

Помимо своихъ прямыхъ обязанностей, Р. Г. Розенталь занимался въ теченіе зимы измѣреніями плотности снѣга, залегающаго въ различныхъ условіяхъ на участкѣ Обсерваторіи, и напечаталъ въ нѣмецкомъ метеорологическомъ журналѣ замѣтку о рѣдкомъ у насъ явленіи — выпаденіи снѣга 18-го іюля н. с. 1902 года.

Начатая еще въ концѣ 1901 г. организація сейсмическихъ наблюденій продолжалась въ отчетномъ году въ усиленномъ размѣрѣ. Благодаря скопленію у насъ четырехъ серій приборовъ Боша, намъ удалось изслѣдовать эти приборы нѣсколько шире обычнаго, тѣмъ болѣе еще, что въ спеціально построенномъ для сейсмическихъ наблюденій домѣ нашемъ приборы эти могли быть установлены одновременно. Сравненіе результатовъ записей одинаковыхъ приборовъ Боша (тяжелые маятники Страсбургскаго типа) указало намъ, что центръ тяжести вопроса о возможно лучшемъ дѣйствіи этихъ приборовъ лежитъ въ увеличительномъ рычажкѣ и въ возможности устраненія слишкомъ свободнаго движенія маятниковъ путемъ соотвѣтственныхъ демферовъ. Если на приборахъ Боша обычнаго типа и получаются очень интересныя записи, сколько-нибудь вѣрно рисующія всѣ подробности движенія земной поверхности, то этимъ мы обязаны до извѣстной степени тому обстоятельству, что при двойной передачѣ движенія отъ центра маятника къ концу пишущаго рычажка часть силы затрачивается на треніе въ осяхъ и, такимъ образомъ, гасится до извѣстной степени собственное движеніе маятника. При устраненіи передаточнаго увеличивающаго рычажка и при записи тѣмъ, именно, способомъ, который рекомендованъ генераломъ И. И. Померанцевымъ, мы отнюдь не получаемъ тѣхъ характерныхъ особенностей различныхъ фазъ землетрясеній, которыя ясно видны на записяхъ тѣхъ же приборовъ, но съ увеличивающимъ рычажкомъ. Плавная, чрезвычайно долго замѣтная синусоида пишется маятникомъ безъ увеличительнаго рычажка всякій разъ, какъ только равновѣсіе его бываетъ нарушено. Никакихъ измѣненій въ характерѣ волнъ не замѣтно, и, очевидно, послѣ перваго толчка всѣ дальнѣйшія перемѣны совершенно подавляются собственнымъ правильнымъ движеніямъ маятника.

Далѣе, сравненіе приборовъ различной чувствительности указываетъ, что въ большинствѣ случаевъ зарегистрированныхъ нашими приборами землетрясеній мы имѣемъ дѣло скорѣе съ движеніемъ земныхъ частицъ въ горизонтальной плоскости, чѣмъ съ уклоненіями отвѣса.

Наконецъ, изъ сравненія работы четырехъ различныхъ серій приборовъ Боша мы вывели еще рядъ заключеній о конструктивныхъ особенностяхъ ихъ, но, къ сожалѣнію, не въ пользу мастера. Главнѣйшій недостатокъ, замѣченный почти во всѣхъ восьми приборахъ — это крайне неудовлетворительные часовые механизмы, вращающіе барабаны съ

закопченной бумагой. При довольно большомъ вѣсѣ барабана и очень примитивной передачѣ движенія отъ часовъ къ барабану, очень часто часовые механизмы отказываются работать. Поставленная въ нихъ, сравнительно, сильная пружина, при малѣйшихъ недостаткахъ въ ходѣ передаточныхъ колесъ, ломаетъ и портитъ всѣ сцѣпленія, очевидно, не разсчитанныя на такое сильное сопротивленіе. Часы, движущіе барабанъ — это наиболѣе больное мѣсто въ приборахъ Боша обычнаго типа. Улучшеніе ихъ и, вообще, достиженіе большей плавности вращенія барабана съ бумагой — это одно изъ наиболѣе настоятельныхъ требованій, которыя должны быть предъявлены Бошу при дальнѣйшихъ заказахъ ему приборовъ. Иначе, на сколько-нибудь удаленныхъ отъ центровъ станціяхъ едва ли возможно будетъ достигнуть правильнаго непрерывнаго дѣйствія этихъ приборовъ въ теченіе длиннаго промежутка времени.

Въ концѣ года, кромѣ приборовъ Боша и Мильна, работавшихъ еще съ конца 1901 года, у насъ были установлены два горизонтальныхъ маятника, работы Репсольда, Цельнеровскаго типа. Приборы эти, о которыхъ было уже упомянуто ранѣе, установлены въ томъ же спеціально построенномъ для наблюденія землетрясеній домѣ, какъ и прочіе сейсмическіе приборы, и находятся въ дѣйствіи съ первыхъ чиселъ декабря 1902 года. Установка ихъ отняла у насъ много времени, такъ какъ для нихъ потребовались столбы значительно бо́льшей поверхности, чѣмъ тѣ, которые были раньше для нихъ заготовлены по спеціальному указанію. Равнымъ образомъ, пришлось измѣнить и высоту одного изъ столбовъ. Благодаря этимъ осложненіямъ, особенно непріятнымъ у насъ, гдѣ всѣ сейсмическіе приборы (перерывы правильнаго дѣйствія которыхъ отнюдь не желательны) установлены въ одномъ нераздѣльномъ помѣщеніи, установка приборовъ потребовала особыхъ приспособленій и отняла значительно больше времени и средствъ, чѣмъ это могло бы быть въ другомъ случаѣ. Встрѣтилось и еще одно затрудненіе — недостатокъ въ Иркутскѣ подходящей бумаги. Тѣмъ не менѣе, въ началѣ декабря, послѣ усиленной работы по изученію приборовъ (до того времени совершенно мнѣ незнакомыхъ) и по ихъ установкѣ, намъ удалось достигнуть правильнаго функціонированія ихъ, и уже въ декабрѣ этими чрезвычайно чувствительными приборами было отмѣчено у насъ нѣсколько землетрясеній.

Правильная организація сейсмическихъ наблюденій въ самой Обсерваторіи, затѣмъ, выработка методовъ обработки сейсмограммъ, наконецъ, организація собиранія свѣдѣній о микросейсмическихъ явленіяхъ, все это совершенно новое у насъ дѣло мнѣ пришлось взять исключительно на себя, такъ какъ, при обиліи срочной работы у моего помощника и завѣдывающихъ отдѣленіями, не было возможности обременять ихъ этой новой добавочной работой. Единственнымъ моимъ помощникомъ въ этомъ дѣлѣ, главнымъ образомъ, въ уходѣ за сейсмографами и въ установкѣ ихъ былъ механикъ Е. К. Ганъ.

Въ дополненіе къ сказанному, слѣдуетъ еще указать на то, что въ 1902 году было собрано довольно много свѣдѣній о наиболѣе значительныхъ землетрясеніяхъ въ Восточной Сибири путемъ настойчивой корреспонденціи съ различными лицами. Эти свѣдѣнія, какъ равно и цифровый матеріалъ, добытый изъ обработки сейсмограммъ Обсерваторіи, мнѣ уда-

лось напечатать въ Извѣстіяхъ Восточно-Сибирскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, въ видѣ двухъ выпусковъ «Списка Землетрясеній», на продолженіе которыхъ вполнѣ можно разсчитывать, благодаря сочувственному отношенію къ этому дѣлу гг. членовъ Комитета Отдѣла.

Довольно много времени отняла у насъ организація двухъ новыхъ вспомогательныхъ станцій — въ Красноярскѣ и Кабанскѣ. Какъ предварительная, такъ и послѣдующая послѣ открытія станцій переписка потребовала, сравнительно, много времени, не говоря уже о томъ времени, которое употреблено было на поѣздки механикомъ г. Ганомъ, для устройства станціи въ Кабанскѣ, и мною, для той же цѣли въ Красноярскѣ. Нравственнымъ удовлетвореніемъ въ обоихъ случаяхъ служитъ намъ удовлетворительное дѣйствіе этихъ двухъ новыхъ станцій въ первые же послѣ открытія мѣсяцы.

Въ общемъ, не смотря на, сравнительно, хорошіе результаты, достигнутые нами въ первый же годъ организаціи этихъ деликатныхъ наблюденій какъ въ самой Обсерваторіи, такъ и на двухъ вспомогательныхъ станціяхъ, долгомъ считаю указать, что въ дальнѣйшемъ будущемъ довольно трудно будетъ поддерживать это дѣло на должной высотѣ, такъ какъ оно по своей сложности требуетъ непремѣнно особаго завѣдывающаго этимъ дѣломъ, котораго пока у насъ нѣтъ.

4. Работы отдѣленія сѣти станцій.

Въ отчетномъ году занятія въ Отдѣленіи сѣти станцій велись, по прежнему, подъ руководствомъ завѣдывающаго Отдѣленіемъ В. Б. Шостаковича. Работали въ Отдѣленіи вышеупомянутыя лица, работа которыхъ, въ общей сложности, эквивалентна работѣ 6,8 годовыхъ работницъ. Въ 20-хъ числахъ мая мѣсяца были уже закончены работы по обработкѣ наблюденій за 1901 годъ, за исключеніемъ законченной позднѣе обработки самопишущихъ приборовъ. Въ общемъ, за 1901 годъ обработаны наблюденія 68 станцій 2-го разряда и 32 станцій 3-го разряда. Въ теченіе 1902 года вычислено, въ общемъ:

а) мѣсячныхъ таблицъ станцій, наблюдавшихъ по 3 раза въ сутки:

за	1901 годъ	201
»	1902 »	552
	Всего	753

б) таблицъ самопишущихъ приборовъ:

за	1901 годъ	102
»	1902 »	11
	Всего	113

в) таблицъ ежечасныхъ наблюденій въ Верхоянскѣ за 1901—1902 гг.: 20.

Къ концу 1902 г. осталось непровѣренныхъ таблицъ этого года 196 обычныхъ мѣсячныхъ и 76 таблицъ самопишущихъ приборовъ.

Сверхъ указанной обычной работы, слѣдуетъ отмѣтить еще, какъ экстренную работу, чтеніе очень значительнаго числа корректуръ наблюденій прибайкальскихъ станцій за 1899 — 1901 гг., печатавшихся Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею въ особомъ изданіи. По прежнему, Отдѣленіе собирало, кромѣ обычныхъ наблюденій, свѣдѣнія о вскрытіи и замерзаніи водъ въ Восточной Сибири, путемъ разсылки особыхъ опросныхъ бланковъ два раза въ годъ. Далѣе, въ отчетномъ году Обсерваторіею была сдѣлана впервые въ Сибири попытка напечатать наблюденія, по возможности, всѣхъ станцій одной губерніи, именно Енисейской, въ одномъ изданіи. Благодаря сочувственному отношенію къ этому дѣлу Красноярскаго Подотдѣла Восточно-Сибирскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества и Красноярской Городской Думы, нашлись небольшія средства на печатаніе такого изданія. Въ концѣ отчетнаго года первый выпускъ этого труда, съ наблюденіями станцій Енисейской губерніи за 1901 г., былъ уже напечатанъ въ «Извѣстіяхъ» Красноярскаго Подотдѣла, подъ моею редакціею. На дальнѣйшее продолженіе его есть полная надежда. Труды по сводкѣ матеріала и по печатанію этого изданія почти цѣликомъ легли на завѣдывающаго Отдѣленіемъ В. Б. Шостаковича. Въ этомъ изданіи напечатаны полностью наблюденія станцій Енисейскъ, Красноярскъ и Минусинскъ и въ выводахъ наблюденія всѣхъ остальныхъ станцій Енисейской губерніи какъ второго, такъ и низшихъ разрядовъ. Кромѣ того, тамъ же помѣщены выводы изъ наблюденій по термографу и барографу въ Красноярскѣ.

Помимо обычныхъ работъ по завѣдыванію Отдѣленіемъ, какъ-то провѣркѣ наблюденій путемъ сравненія сосѣднихъ станцій, общаго контроля и руководства по обработкѣ наблюденій, наконецъ, заботъ о поддержаніи и расширеніи наблюдательной сѣти и переписки съ наблюдателями, на обязанности завѣдывающаго лежало также устройство нашего архива. Въ отчетномъ году всѣ полученныя изъ Главной Физической Обсерваторіи наблюденія станцій Восточной Сибири за прежніе годы, а также и вновь полученныя у насъ были разсортированы, разложены и переписаны въ извѣстной системѣ.

Помимо прямыхъ обязанностей, В. Б. Шостаковичемъ были составлены, въ свободное отъ службы время, слѣдующія статьи:

1) Вскрытіе и замерзаніе водъ Восточной Сибири въ 1901 году.

2) О толщинѣ ледяного покрова на водоемахъ Восточной Сибири.

3) Замѣтка о быстрыхъ колебаніяхъ температуры на побережьи Байкала.

4) О замерзаніи и вскрытіи водъ.

5) О причинахъ поздняго замерзанія рѣки Ангары.

Три первыхъ статьи въ настоящее время уже напечатаны — первая въ «Извѣстіяхъ» Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Г. О., а двѣ другія въ «Ежемѣсячномъ Бюллетенѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи».

5. Состояніе сѣти станцій.

Состояніе сѣти станцій въ отчетномъ году было слѣдующее.

а) *Станціи второго разряда.*

Вновь оборудованы были въ теченіе года: одна станція перваго класса и 9 станцій 2-го класса, всего 10 станцій, распредѣляющихся по губерніямъ и областямъ такъ:

Въ Енисейской губ. 2-го класса: Баландино, Ужурское, Усинское и Шира.

Въ Иркутской губ. 1-го класса: Зима, 2-го класса: Знаменское и Тайшетъ.

Въ Забайкальской области: 2-го класса: Оловянная, Яблоновая и Ямаровка.

Изъ числа вновь открытыхъ станцій не присланы пока наблюденія только изъ Знаменскаго и Усинскаго.

Двѣ изъ указанныхъ выше станцій, именно Ужурское и Знаменское, преобразованы изъ станцій 3-го разряда во второразрядныя станціи. Двѣ изъ нихъ, а именно Баландино и Яблоновая, устроены на частныя средства, первая, въ Минусинскомъ уѣздѣ, на средства А. А. Баландина, вторая на средства инженера Яблоновскаго. Послѣдняя станція представляетъ особый интересъ, какъ расположенная на перевалѣ черезъ Яблоновый хребетъ. Къ сожалѣнію, однако, наблюденія на этой станціи производятся крайне отрывочно. Большой интересъ могутъ также представить наблюденія на Ямаровскихъ минеральныхъ водахъ, гдѣ устроена на средства Обсерваторіи станція 2-го разряда, пока 2-го класса, при просвѣщенномъ содѣйствіи Начальника Иркутскаго Горнаго Управленія, горнаго инженера Д. Л. Иванова. Помимо своего значенія для выясненія климатическихъ особенностей этого мѣста, какъ лѣчебнаго пункта, станція эта, расположенная въ верховьи рѣки Чикоя, на южномъ склонѣ Малханскаго хребта, интересна и по значительной абсолютной высотѣ своей. Другая изъ вновь открытыхъ станцій устроена въ одномъ изъ наиболѣе популярныхъ Сибирскихъ курортовъ, на озерѣ Шира. Переговоры объ ея устройствѣ начались очень давно, такъ какъ выясненіемъ метеорологическихъ особенностей этой станціи, особенно въ лѣтніе лѣчебные мѣсяцы, интересовались мѣстные врачи съ давнихъ поръ. Къ сожалѣнію, однако, здѣсь особенно трудно найти наблюдателя, который могъ бы наблюдать круглый годъ. Новая станція, открытая здѣсь Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею, при содѣйствіи Общества охраненія Народнаго Здравія, и переданная въ завѣдываніе Иркутской Обсерваторіи, также страдаетъ пока отъ этого недуга, и только въ будущемъ, вѣроятно, окажется возможнымъ получить отсюда наблюденія и надежныя, и интересныя, въ виду чисто степнаго характера этой станціи. Крупнымъ пріобрѣтеніемъ будутъ наблюденія возобновленной станціи въ Усинскомъ краѣ; въ этомъ году, впрочемъ, наблюденія Усинской станціи еще не получены.

Изъ числа дѣйствовавшихъ ранѣе станцій 2-го разряда въ 1901 году закрылись:

Одна станція въ Енисейской губерніи 3-го класса — Троицко-Заозерная.

2 станціи въ Иркутской губерніи: 1-го класса Залари и 2-го класса Бирюса.

Одна станція въ Якутской области 3-го класса — Сунтаръ.

Въ общемъ, 4 станціи, изъ нихъ по одной 1-го и 2-го класса и 2 станціи 3-го класса.

Измѣненіе числа станцій, присылавшихъ свои наблюденія Обсерваторіи въ 1902 году, сравнительно съ числомъ такихъ же станцій въ 1901 году, видно изъ слѣдующей таблички:

Станцій 2-го разряда было:

	1-го кл.	2-го кл.	3-го кл.	Всего.
Въ 1901 году.......	33	20	15	68
Убыло въ 1902 году..	3	4	7	14
Прибыло въ 1902 году.	5	12	1	18
Въ 1902 году.......	35	28	9	72

Такимъ образомъ, общее число станцій, сравнительно съ 1901 годомъ, въ отчетномъ году увеличилось на четыре станціи, при чемъ это увеличеніе, главнымъ образомъ, произошло въ станціяхъ высшихъ классовъ — 1-го класса на 2, и второго на 8, — тогда какъ число станцій 3-го класса даже уменьшилось на 6. Эта особенность наблюдается у насъ постоянно и объясняется чисто мѣстными условіями. Наблюдатели у насъ встрѣчаются, вообще, рѣдко, но разъ кто-нибудь взялся за это дѣло, онъ стремится, въ большинствѣ случаевъ, расширить программу своихъ наблюденій, такъ какъ разница въ затратѣ времени при расширенной программѣ очень невелика.

Убыль, сравнительно съ 1901 годомъ, объясняется слѣдующими причинами.

1-го класса убыло три станціи — Залари, Николаевскій Заводъ и Усть-Кутъ. Двѣ первыя станціи перенесены въ ближайшіе пункты, Зиму и Братскій Острогъ, за переѣздомъ туда наблюдателей. Въ Николаевскомъ Заводѣ и въ Усть-Кутѣ прекращена дѣятельность работавшихъ раньше здѣсь заводовъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ прекращена дѣятельность станцій. Въ числѣ прибывшихъ пяти станцій двѣ, уже указанныя, Зима и Братскій Острогъ, перенесены изъ сосѣднихъ мѣстъ, далѣе, слѣдуетъ новая станція Жердовка, оборудованная на средства мѣстной сельско-хозяйственной школы и имѣющая весьма ревностнаго наблюдателя въ лицѣ учителя школы, г. Бердникова. Наконецъ, Верхнеудинскъ и Омолоевское также, какъ и упомянутый ранѣе Братскій Острогъ, переведены въ высшій классъ, благодаря снабженію ихъ барометрами.

Убыль 4-хъ станцій второго класса объясняется перенесенімъ одной изъ нихъ изъ Бирюсы въ Тайшетъ и переводомъ трехъ остальныхъ — Братскій Острогъ, Верхнеудинскъ и Омолоевское — въ высшій разрядъ.

Прибавилось къ этому числу всего 12 станцій: а именно 9 вновь открытыхъ станцій — Баландино, Илимскъ, Нижнеудинскъ, Оловянная, Тайшетъ, Ужурская, Шира, Яблоновая и Ямаровка и 3 перешедшія изъ 3-го разряда — Акатуй, Ермаковское и Нижнеколымскъ.

Изъ числа третьеклассныхъ станцій убыло всего 7 станцій, въ томъ числѣ 2 — Сун-

таръ и Троицко-Заозерное, за прекращеніемъ наблюденій вслѣдствіе выѣзда наблюдателей, двѣ станціи, Кежемское и Ново-Маріинскій пріискъ, не прислали своихъ наблюденій, и три, Акатуй, Ермаковское и Нижнеколымскъ, перешли во второй классъ. Прибыла вновь только одна станція — Доронинское.

Изъ указанныхъ станцій 2-го разряда въ отчетномъ году были осмотрѣны три станціи А. В. Вознесенскимъ (Красноярскъ, Тайшетъ и Тулунъ) и 10 станцій В. Б. Шостаковичемъ (Жердовка, Омолоевская, Усть-Кутъ, Илимскъ, Братскій Острогъ, Тулунъ, Нижнеудинскъ, Тайшетъ, Канскъ и Зима).

Изъ названныхъ 72 станцій 2-го разряда только 24 работали безвозмездно, остальныя 48 станцій получали за свои наблюденія большее или меньшее вознагражденіе. Въ числѣ послѣднихъ 41 станція содержались на средства исключительно Иркутской Обсерваторіи (расходъ на нихъ достигъ 9108 р. 46 к., не считая стоимости вновь пріобрѣтенныхъ приборовъ=1186 р. 83 коп.). Одна станція содержится на совмѣстныя средства Обсерваторіи и Енисейской Городской Управы. Затѣмъ, по одной станціи содержатъ Николаевская Главная Физическая Обсерваторія, Управленіе по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги и Троицкосавскій Подотдѣлъ Приамурскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества. Наконецъ, три станціи поддерживаемыя, обыкновенно, Иркутскою Обсерваторіею, содержатся временно на средства Русской Полярной Экспедиціи.

б) *Станціи 3-го разряда:*

Изъ числа дѣйствовавшихъ въ 1901 году въ отчетномъ году прекратили свои наблюденія 5 станцій: Бейское, Есаульское, Курагинское, Хоготъ и Шимки; одна станція, Ужурское, перешла во второй разрядъ. Въ общемъ, число станцій 3-го разряда убавилось на 6. Новыхъ же станцій открыто 7: Амга, Черняево, Больше-Мамырское, Ильинскій Заводъ, Гадалей, Петропавловское и Манзурское. Распредѣляя станціи по наблюдаемымъ элементамъ, имѣемъ въ 1902 году слѣдующія общія числа наблюдательныхъ пунктовъ надъ осадками (О), грозами (Г) и снѣжнымъ покровомъ (С), включая сюда и станціи 2-го разряда:

Губерн. и Обл.	Станціи II разряда.				Станціи III разряда.							Общее число.		
	О	Г	С	ГС	О	Г	С	ОГ	ОС	ГС	ОГС	О	Г	С
Енисейская	14		3	7	1		1	1	2	2	4	22	14	19
Иркутская	20	1	5	9	2			1	3	1	8	34	20	26
Якутская	13	1	4	5	2							15	6	9
Забайкальская	25		4	12	3				1			29	12	17
Монголія	1											1		
Итого въ 1902 г. было												102	52	71
Итого въ 1901 г. было												95	43	60
Прибавилось въ 1902 г.												7	9	11

в) *Экстраординарныя наблюденія.*

Въ числѣ такихъ наблюденій на первомъ мѣстѣ стоитъ продолженіе въ теченіе всего года ежечасныхъ наблюденій надъ всѣми элементами въ Верхоянскѣ. Благодаря самоотверженной дѣятельности гг. Абрамовича, Басова и Иваницкаго, наблюденія эти продолжались въ прежнемъ объемѣ и велись во всѣхъ отношеніяхъ образцово. Въ концѣ года г. Абрамовичъ выѣхалъ изъ Верхоянска, и завѣдываніе станціею перешло къ г. Басову. Къ большому сожалѣнію, вслѣдствіе особенныхъ, «полярныхъ» условій и отсутствія у наблюдателей возможности провѣрять время иначе, какъ по солнцу, зимою, при очень ненадежныхъ часахъ, бывшихъ въ распоряженіи наблюдателей, время не могло соблюдаться точно. Поправка часовъ, опредѣленная весною при первомъ появленіи солнца, значительно разошлась съ тою, которую наблюдатели принимали. Въ остальныхъ отношеніяхъ наблюденія этой станціи отличаются прежними высокими достоинствами.

Затѣмъ, по прежнему, продолжались въ Песчаной бухтѣ сравнительныя наблюденія по двумъ термографамъ, помѣщеннымъ на различныхъ высотахъ. Наблюденія эти въ отчетномъ году дали массу интересныхъ случаевъ совершенно различнаго хода температуры вверху и внизу.

На Верхней Мишихѣ продолжались, по прежнему, наблюденія надъ плотностью снѣга.

Наблюденія надъ облачностью по расширенной программѣ производили въ отчетномъ году 7 станцій.

Надъ солнечнымъ сіяніемъ — 3 станціи.

Надъ испареніемъ воды — 2 станціи.

Надъ температурою почвы на разныхъ глубинахъ—3 станціи, изъ нихъ одна (Жердовка) начала свои наблюденія только въ отчетномъ году.

Надъ температурою поверхности почвы — 8 станцій.

Надъ температурою воды — 14 станцій, въ томъ числѣ 7 станцій на озерѣ Байкалѣ и 7 въ различныхъ рѣкахъ. Въ число этихъ 14 станцій входятъ 4 станціи, начавшія въ 1902 г. свои наблюденія: Красноярскъ надъ температурою рѣки Енисея, Петропавловское—р. Лены, Среднеколымскъ—р. Колымы, Усолье — р. Ангары.

Надъ уровнемъ водъ — 10 станцій, изъ нихъ 3 на рѣкахъ и 7 на озерѣ Байкалѣ.

Надъ давленіемъ воздуха по барографамъ — 22 станціи, въ томъ числѣ 3 новыя — Нижнеудинскъ, Нерчинскій Заводъ и Туруханскъ.

Надъ температурою воздуха по термографамъ — 23 станціи, изъ нихъ 3 новыхъ— Нижнеудинскъ, Нерчинскій Заводъ и Урга.

Надъ влажностью воздуха по гигрографу — 1 станція.

Надъ направленіемъ и силою вѣтра по анемографу — 1 станція.

Надъ колебаніемъ воды по мареографу — 1 станція.

г) *Снабженіе станцій приборами.*

Въ теченіе отчетнаго года на станціи Восточно-Сибирской сѣти были разосланы слѣдующіе приборы.

1) Барометровъ	3
2) Барографовъ	3
3) Анероидовъ	5
4) Термографовъ	2
5) Термометровъ психрометрическихъ	17
6) Термометровъ минимальныхъ	12
7) Термометровъ родниковыхъ	5
8) Гигрометровъ	6
9) Солнечныхъ часовъ Флеше	5
10) Карманныхъ часовъ	1
11) Дождемѣровъ	38
12) Защитъ Нифера	29
13) Флюгеровъ	7
14) Клѣтокъ	4
15) Фонарей	3
16) Стакановъ для психрометровъ	2

Приборы разосланы на слѣдующія станціи:

1) Абаканскій Заводъ. Станокъ для укрѣпленія термометра у окна, флюгеръ № 25428.

2) Акатуй. Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру.

3) Акша. Защита Нифера, анероидъ № 1120 (18104).

4) Баргузинъ. Психрометрическій термометръ № 20071 (5832*) дождемѣръ № 16969.

5) Большемамырское. Пара дождемѣровъ съ защитою № 24500, 24502.

6) Борзя. Психрометрическій термометръ № 7181* (25885).

7) Братскій Острогъ. Солнечные часы Флеше № 98.

8) Верхнеудинскъ. Чашечный барометръ Мюллера № 670, психрометрическій термометръ № 7177* (25878).

9) Верхній Суэтукъ. Психрометрическій термометръ № 5839* (20085), станокъ для укрѣпленія термометра у окна.

10) Верхоянскъ. Карманные часы № 139251, 2 пера къ самопишущимъ приборамъ.

11) Вилюйскъ. Солнечные часы Флеше № 99 (20712), пара дождемѣровъ съ разборною защитою № 23438 и 23448.

12) Гадалей. Пара дождемѣровъ съ разборною защитою № 23447 и 23450 и измѣрительный стаканъ № 19807.

13) Знаменское. Флюгеръ № 18416, психрометрическій термометръ № 6166* (21037), минимальный термометръ № 6079 (20848).

14) Ильинскій Заводъ.	Пара дождемѣровъ № 22 и 23 съ защитою и стаканомъ.
15) Каменка.	Пара дождемѣровъ № 24640 и 24508 съ защитою и стаканомъ.
16) Канскъ.	Чашечный барометръ Мюллера № 570, гигрометръ № 306 (20301).
17) Красноярскъ.	Два психрометрическихъ термометра № 5837*(20081) и № 6546* (22216), родниковый термометръ № 7190 (25995).
18) Леонидовскій Зав.	Защита Нифера.
19) Лиственичное.	Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру № 20031, пара дождемѣровъ № 24504 и 24519.
20) Мысовая.	Чашечный барометръ № 593, измѣрительный стаканъ къ дождемѣру, фонарь.
21) Нерчинскій Заводъ.	Барографъ Нодэ № 75 (20962,) термографъ Ришара № 22134 (28728), флюгеръ № 18490, пара дождемѣровъ съ защитою № 23455 и 23437, двѣ чашки къ эвапорометру.
22) Нерчинскъ.	Защита Нифера.
23) Нижнеколымскъ.	Защита Нифера, минимальный термометръ № 5796 (18952).
24) Нижнеудинскъ.	Психрометрическій термометръ № 6174* (21053), дождемѣръ № 359.
25) Ново-Александровскій Заводъ.	Защита Нифера, пара дождемѣровъ № 24503 и 24507.
26) Нюйское.	Пара дождемѣровъ № 24521 и 24525 съ защитою и стаканомъ.
27) Оймуръ.	Защига Нифера, анероидъ № 1106 (18090).
28) Олекминскъ.	Пара дождемѣровъ № 24516 и 24527 съ измѣрительнымъ стаканомъ № 19989.
29) Ольхонъ.	Пара дождемѣровъ № 19 и 16968, флюгеръ № 17107, гигрометръ № 22269, двѣ защиты Нифера: одна обыкновенная, другая изъ толстаго котельнаго желѣза, родниковые термометры Фуса № 22 и Мюллера № 1150 (19175), минимальный термометръ № 5550 (16846).
30) Оловянная.	Минимальный термометръ № 5464 (17146), психрометрическій термометръ № 5839 (20084), неразборная психрометрическая клѣтка, анероидъ № 1130 (20274), флюгеръ № 21563, пара дождемѣровъ № 22067 и 22068 съ защитою и стаканомъ, фонарь.
31) Олонское.	Пара дождемѣровъ № 23440 и 23445 съ защитою.

32) Омолой. Защита Нифера, пара дождемѣровъ №№ 24512 и 24518, гигрометръ № 505 (24535).

33) Песчаная бухта. Флюгеръ № 9928.

34) Петропавловское. Пара дождемѣровъ № 1 и 2 съ измѣрительнымъ стаканомъ, защита Нифера, психрометрическій термометръ № 5850* (20106).

35) Среднеколымскъ. Солнечные часы Флеше № 97 (20710), родниковый термометръ № 7195 (26000).

36) Стрѣтенскъ. Барографъ Ришара № 17661 (29046), защита Нифера.

37) Тайшетъ. Минимальный термометръ № 6066 (20836).

38) Троицкое. Солнечные часы Флеше № 112 (20722), защита Нифера.

39) Троицкосавскъ. Защита Нифера, пара дождемѣровъ №№ 24514 и 24515.

40) Тулунъ. Фонарь и 2 пера къ приборамъ Ришара.

41) Туруханскъ. Барографъ Нодэ № 98 (22414).

42) Ужурское. Психрометрическій термометръ № 5684 (18472), минимальный термометръ № 5784 (18943), флюгеръ № 5692, неразборная психрометрическая клѣтка.

43) Ундинская. Пара дождемѣровъ № 24505 и 24509 съ защитою Нифера.

44) Усинское. Психрометрическій термометръ № 5832 (20070), минимальный термометръ № 6122 (20889), разборная психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ № 1, пара дождемѣровъ № 23443 и 23453 съ защитою и стаканомъ, солнечные часы Флеше № 85 (17635).

45) Урга. Термографъ Мюллера № 23730, защита Нифера.

46) Хараузъ. Минимальный термометръ № 6084 (20853).

47) Хилокъ. Психрометрическій термометръ № 6164 (21032).

48) Чита. Защита Нифера, волосной гигрометръ № 4049.

49) Шаманское. Защита Нифера.

50) Яковлевскій Винокуренный Заводъ. Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру.

51) Якутскъ. Защита Нифера, минимальный термометръ № 6091 (20860).

52) Ямаровка. Неразборная психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ, два психрометрическихъ термометра № 5837 (20080) и 5851 (20107), минимальный термометръ № 5812 (18970),

гигрометръ № 353 (22841), анероидъ № 1104 (18088), пара дождемѣровъ съ измѣрительнымъ стаканомъ и защитою № 24513 и 24529, флюгеръ № 18417.

Сверхъ того, по просьбѣ Красноярскаго Подотдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, выданъ г-ну Кону одинъ минимальный термометръ № 1138 и одинъ родниковый № 2.

6. Работы Отдѣленія штормовыхъ предостереженій.

Въ отчетномъ году въ названномъ Отдѣленіи работы продолжались лишь до 16 іюля, такъ какъ съ указаннаго числа завѣдывающій Отдѣленіемъ, И. И. Манухинъ, былъ командированъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для занятій тамъ.

Въ теченіе первой половины года занятія въ Отдѣленіи сосредоточивались, главнымъ образомъ, на выборкѣ данныхъ изъ Лѣтописей и бюллетеня, для составленія синоптическихъ картъ для Сибири. Такихъ картъ въ отчетномъ году было составлено 222. Онѣ обнимаютъ промежутокъ времени съ сентября 1899 по май 1900 года. Сверхъ указанныхъ картъ, по моему предложенію, г. Манухинъ занялся сводкой всего собраннаго за 2 года синоптическаго матеріала, для полученія болѣе общихъ выводовъ. По моему же предложенію, были начаты имъ и пробныя предсказанія погоды, на основаніи составлявшихся имъ картъ, для слѣдующаго дня. Составленное, на основаніи полученныхъ матеріаловъ, изслѣдованіе г. Манухина «О типахъ путей циклоновъ въ Азіатской Россіи, по наблюденіямъ съ апрѣля 1898 по февраль 1900 года» представлено мною въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, вмѣстѣ со всѣми остальными работами Отдѣленія. Сверхъ своихъ прямыхъ обязанностей, г. Манухинъ принималъ нѣкоторое участіе въ работахъ Отдѣленія сѣти станцій, именно, знакомился съ обработкою нѣкоторыхъ самопишущихъ приборовъ, затѣмъ, завѣдывалъ составленіемъ каталога библіотеки и систематизаціей ея.

7. Маяки на озерѣ Байкалѣ.

Исторія этого дѣла и его передачи съ 1902 года въ наше вѣдѣніе слѣдующая. Вмѣстѣ съ началомъ детальнаго гидрографическаго изслѣдованія Байкала, продолжавшагося съ 1896 по 1902 годъ подъ руководствомъ Начальника Экспедиціи, полковника Ф. К. Дриженко, явилась мысль объ освѣщеніи озера маяками, для безопаснаго плаванія вдоль его береговъ, далеко не всегда гостепріимныхъ. Высказанная въ одномъ изъ отчетовъ Ф. К. Дриженко мысль о необходимости такого освѣщенія встрѣтила полное одобреніе со стороны Комитета по сооруженію Сибирской желѣзной дороги. Въ 1899 году уже были отпущены Комитетомъ средства на постройку трехъ первыхъ маяковъ, причемъ все дѣло

рѣшено было вести, по возможности, скромно, въ виду того, что судоходство на Байкалѣ, вообще, не особенно развито. Солидарная и направленная къ однѣмъ цѣлямъ — изученію Байкала — дѣятельность Экспедиціи и Обсерваторіи давала возможность, при содѣйствіи этихъ учрежденій другъ другу, достичь наилучшихъ результатовъ въ томъ и другомъ отношеніи. Поэтому въ теченіе ряда лѣтъ Обсерваторія и Экспедиція оказывали одна другой постоянныя услуги, для возможнаго развитія каждою порученнаго ей дѣла. Первый маякъ на Байкалѣ, въ Голоустномъ, былъ устроенъ при зданіи существовавшей здѣсь уже ранѣе метеорологической станціи, въ наблюдателѣ которой Экспедиція нашла сразу и безъ хлопотъ надежнаго смотрителя маяка. Вмѣстѣ съ устройствомъ маяка въ Песчаной Бухтѣ была устроена тамъ и метеорологическая станція, и опытъ перваго же года показалъ, что такое совмѣстное пользованіе поселяющимися на маякахъ людьми вполнѣ обезпечиваетъ какъ интересы Обсерваторіи въ отношеніи полученія надежныхъ наблюдателей метеорологическихъ станцій, такъ и интересы маячнаго управленія, давая послѣднему, сравнительно, хорошо обезпеченныхъ и аккуратныхъ маячныхъ смотрителей; вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ показалъ опытъ, такая система двойного, такъ сказать, использованія маячныхъ смотрителей является, сравнительно, очень дешевой для казны. Комитетъ по сооруженію Сибирской желѣзной дороги, очевидно, раздѣлялъ это мнѣніе и въ теченіе ряда лѣтъ давалъ средства какъ на постройку новыхъ маяковъ и ихъ содержаніе, такъ и на содержаніе устраивавшихся вмѣстѣ съ маяками метеорологическихъ станцій. Въ первые годы Обсерваторія была почти свободна отъ всякихъ матеріальныхъ заботъ въ этомъ дѣлѣ, такъ какъ онѣ ложились, главнымъ образоми, на долю Экспедиціи, работавшей на Байкалѣ только лѣтомъ. Попеченіе о маячныхъ смотрителяхъ въ остальное время, по соглашенію съ начальникомъ Экспедиціи, я, для пользы дѣла, принялъ, безвозмездно, на себя. Но, по мѣрѣ приближенія работъ Экспедиціи къ концу, выяснялся вопросъ о необходимости закрѣпленія за какимъ-либо постояннымъ учрежденіемъ навсегда заботъ по надзору за маяками въ ихъ полномъ объемѣ. Высочайше утвержденнымъ въ концѣ 1900 г. мнѣніемъ Комитета было постановлено передать эти заботы Иркутской Обсерваторіи, съ ассигнованіемъ въ 1902 г. средствъ на это дѣло въ количествѣ 8800 руб. изъ фонда вспомогательныхъ предпріятій Сибирской желѣзной дороги, причемъ въ названномъ году Обсерваторія являлась еще не полною хозяйкою въ этомъ дѣлѣ, такъ такъ часть маяковъ, лѣтомъ 1902 г. еще только строившихся, оставалась въ завѣдываніи Экспедиціи. Съ 1903 г. должно было состояться утвержденіе постоянныхъ штатовъ по надзору за маяками на Байкалѣ. Мною, совмѣстно съ полковникомъ Ф. К. Дриженко, были выработаны какъ планъ передачи, такъ и первыя смѣты на содержаніе маяковъ на Байкалѣ; точно такъ же мною составленъ былъ рядъ записокъ и докладовъ по этому дѣлу. Конечнымъ результатомъ какъ представленій полковника Дриженко, такъ и моихъ было порученіе Обсерваторіи надзора за маяками, обезпечившее, такимъ образомъ, на долгіе годы судьбу нашихъ метеорологическихъ станцій по пустыннымъ берегамъ Байкала, гдѣ безъ маячныхъ смотрителей намъ едва ли удалось бы когда нибудь устроить рядъ такихъ интересныхъ по своимъ особенностямъ станцій,

какъ станціи въ Песчаной Бухтѣ, на Кобыльей Головѣ, на Ольхонѣ и на Ушканьемъ Островѣ. Само собою разумѣется, что этотъ успѣхъ былъ достигнутъ не даромъ — Обсерваторіи пришлось принять на себя значительную обузу въ видѣ чуждыхъ ей до того массы хозяйственныхъ заботъ, особенно обостренныхъ тѣми исключительными условіями, въ которыя поставлены смотрители маяковъ, находящихся, по большей части, въ уединенныхъ и почти недоступныхъ безъ парохода уголкахъ Байкала. Вполнѣ справедливое желаніе соединить возможную пользу съ наименьшими расходами заставило насъ въ своихъ ходатайствахъ ограничиться только безусловно необходимыми средствами, а потому всю принятую на себя работу по надзору за маяками Обсерваторія можетъ выполнить не иначе, какъ путемъ наибольшаго напряженія ея рабочихъ способностей.

Первый, вступительный, такъ сказать, годъ ея работъ въ этомъ направленіи показалъ всю тяжесть этого дѣла и вмѣстѣ съ тѣмъ наглядно доказалъ, что ассигнованныя на этотъ предметъ средства скорѣе слишкомъ малы, чѣмъ велики. Въ самомъ дѣлѣ, уже весною этого года, почти одновременно съ открытіемъ Обсерваторіи кредита на это дѣло, выяснилось, что положеніе маяка Хараузъ, стоящаго на берегу притока Хараузъ, въ дельтѣ р. Селенги, у берега озера, крайне опасно. Неожиданно быстро подвинувшееся впередъ размываніе берега рѣки, въ 20 саженяхъ отъ котораго былъ построенъ Экспедиціей маякъ и домъ при немъ, притомъ увеличивавшееся съ каждымъ днемъ, заставило насъ съ полковникомъ Дриженко, по внимательномъ обсужденіи этого дѣла, придти къ убѣжденію о необходимости немедленнаго переноса на болѣе безопасное отъ размыва мѣсто какъ маяка, такъ и маячнаго дома. Потребныхъ на это дѣло средствъ, свыше 1000 руб., ни у Обсерваторіи, ни у Экспедиціи не было, ассигнованія ихъ своевременно нельзя было ожидать; поэтому, съ общаго согласія, рѣшено было все-таки приступить къ этой работѣ на средства, отпущенныя Обсерваторіи для разъѣздовъ по маякамъ, взамѣнъ чего Начальникъ Экспедиціи взялъ на себя хлопоты по надзору за ремонтомъ маяковъ и доставкѣ на послѣдніе какъ рабочихъ, такъ и всѣхъ матеріаловъ. Такимъ путемъ, безъ ущерба для казны, удалось уладить это дѣло, грозившее намъ, въ самомъ началѣ нашей дѣятельности по надзору за маяками, сравнительно, крупными осложненіями и непріятностями. Переносъ маяка состоялся осенью 1902 г., и въ началѣ 1903 года онъ законченъ вполнѣ благополучно, не выходя изъ смѣты, но зато положенныхъ Обсерваторіи средствъ не хватило на всѣ разъѣзды, какіе были необходимы этимъ лѣтомъ для удовлетворенія всѣхъ нуждъ маячныхъ смотрителей. Если это все-таки сдѣлано, то этимъ мы обязаны содѣйствію г. Начальника Экспедиціи, полковника Ф. К. Дриженко. На пароходѣ Экспедиціи мною былъ совершенъ объѣздъ маяковъ съ подробнымъ осмотромъ ихъ и принятіемъ всего маячнаго имущества въ завѣдываніе Обсерваторіи. Всѣхъ маяковъ на Байкалѣ, принятыхъ въ наше завѣдываніе, 10, а именно: Голоустьинскій, Большая Колокольня (въ Песчаной Бухтѣ), Хараузъ, Кобылья Голова (на Ольхонѣ), Туркинскій, Горячинскій, Большой Ушканій, Котельниковскій, Душкачанскій и Дагарскій. Изъ нихъ при Дагарскомъ и Харауэскомъ, кромѣ маячныхъ, имѣются еще по 2 створныхъ огня для входа въ устья рѣкъ Верхней Ангары и Селенги. Туркинскій и Горячинскій маяки на-

ходятся въ вѣдѣніи одного смотрителя. Подробный отчетъ о принятыхъ въ завѣдываніе Обсерваторіи маякахъ представленъ мною въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію еще осенью минувшаго года[1]). Съ того времени никакихъ существенныхъ перемѣнъ на маякахъ, за исключеніемъ переноса маяка Хараузъ и маячнаго дома при немъ, не произошло. Документальный отчетъ о расходахъ на содержаніе маяковъ будетъ представленъ мною въ ближайшемъ будущемъ особо.

Сверхъ указанныхъ, чисто формальныхъ занятій по пріему маяковъ, я воспользовался рѣдкимъ случаемъ посѣщенія различныхъ пунктовъ на обоихъ берегахъ Байкала, главнымъ образомъ, въ сѣверной его части, для производства здѣсь магнитныхъ опредѣленій. Въ теченіе короткаго, сравнительно, времени, съ 8 по 18 августа, мною опредѣлено было магнитное склоненіе въ 11 пунктахъ, при помощи походнаго магнитнаго прибора французскаго типа, оказавшагося при этомъ опытѣ въ высшей степени удобнымъ для такихъ летучихъ работъ.

---

1) Помѣщенныя въ этомъ отчетѣ свѣдѣнія о метеорологическихъ станціяхъ приводятся въ Введеніи къ Лѣтописямъ.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Здѣсь умѣстно упомянуть объ обработкѣ наблюденій Шпицбергенской Экспедиціи, объ участіи Обсерваторіи въ сейсмическихъ наблюденіяхъ, о вопросахъ, стоящихъ на очереди въ дѣлѣ дальнѣйшаго развитія дѣятельности нашей магнитно-метеорологической сѣти, о дѣйствіяхъ образованныхъ при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи комиссій и объ участіи нашемъ на Съѣздѣ Международной Научной Воздухоплавательной Комиссіи въ Берлинѣ и на Съѣздѣ Естествоиспытателей и Врачей сѣверныхъ странъ въ Гельсингфорсѣ.

Обработка метеорологическихъ наблюденій *Шпицбергенской* Экспедиціи продолжалась, подъ руководствомъ моего помощника, Э. В. Штеллинга, на средства, отпущенныя Комиссіею по снаряженію Экспедиціи на о. Шпицбергенъ. Въ качествѣ постояннаго вычислителя, былъ приглашенъ кандидатъ Юрьевскаго Университета И. Лудри; въ теченіе первой половины года, кромѣ него, временно принимали участіе въ вычисленіяхъ слѣдующія лица: гг. М. Городенскій, А. Носовъ, А. Кузнецовъ, Н. Малышевъ и В. Полонскій. Во второй половинѣ года недостатокъ средствъ, къ сожалѣнію, заставилъ Обсерваторію значительно сократить работы по вычисленію этихъ наблюденій.

Къ концу отчетнаго года были окончены вычисленія слѣдующихъ элементовъ:

а) Ежечасныя наблюденія надъ давленіемъ и температурою воздуха, надъ абсолютною и относительною влажностью, надъ направленіемъ и силою вѣтра, надъ облачностью и надъ гидрометеорами.

б) Срочныя наблюденія, произведенныя на временной станціи въ іюлѣ и августѣ 1899 года, записи барографа и термографа за эти мѣсяцы, наблюденія по психрометру Ассмана, актинометрическія опредѣленія, наблюденія по радіаціонному термометру и фотограмметрическія опредѣленія высоты облаковъ.

А. Р. Бейеръ составилъ общій списокъ сѣверныхъ сіяній, въ который вошли его собственныя наблюденія и наблюденія, произведенныя дежурными наблюдателями Обсерваторіи въ Горнъ-Зундѣ; къ списку приложено значительное число рисунковъ, набросанныхъ А. Р. Бейеромъ и изображающихъ наиболѣе замѣчательныя явленія.

Что касается магнитныхъ наблюденій Шпицбергенской Экспедиціи, то, по недостатку средствъ, обработка ихъ была пріостановлена. Въ виду того большого научнаго значенія, которое представляютъ ежечасныя магнитныя наблюденія на Шпицбергенѣ, было бы весьма желательно, чтобы были отпущены необходимыя средства на обработку и изданіе этого цѣннаго матеріала.

По примѣру прошлыхъ лѣтъ, Главная Физическая Обсерваторія продолжала принимать дѣятельное участіе въ работахъ Высочайше учрежденной Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи; въ этихъ работахъ участвовали также областныя Обсерваторіи въ Тифлисѣ, Иркутскѣ и Екатеринбургѣ и Константиновская Обсерваторія въ Павловскѣ, при которой въ отчетномъ году устроена временная сейсмическая станція.

Обсерваторіи въ Тифлисѣ, Иркутскѣ и Павловскѣ обрабатывали записи сейсмографовъ по установленной программѣ, и результаты передавались въ Сейсмическую Комиссію, для напечатанія въ бюллетеняхъ ея.

Всѣ свѣдѣнія о землетрясеніяхъ, полученныя названными Обсерваторіями отъ метеорологическихъ станцій, также передавались въ Сейсмическую Комиссію. Сравнительно, подробныя и обстоятельныя свѣдѣнія собраны о страшномъ землетрясеніи 31-го января 1902 года, разрушившемъ г. Шемаху. Вліяніе этого землетрясенія распространилось до Павловска, гдѣ оно вызвало возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, о чемъ я указалъ въ особой запискѣ [1]), напечатанной въ Извѣстіяхъ Сейсмической Комиссіи.

Сейсмическая станція при Тифлисской Физической Обсерваторіи значительно расширена. Сейсмическая Комиссія снабдила эту станцію сейсмографомъ Мильна, а директоръ Тифлисской Обсерваторіи, С. В. Гласекъ, по собственной иниціативѣ, пріобрѣлъ самопишущій вертикальный маятникъ системы Вицентини. Для установки новыхъ сейсмографовъ построено особое подвальное помѣщеніе, причемъ часть расходовъ была уплачена изъ суммы, отпущенной Сейсмическою Комиссіею.

Сейсмическая станція при Иркутской Обсерваторіи снабжена усовершенствованными горизонтальными маятниками системы Цёльнера, между тѣмъ, какъ до сихъ поръ эта станція пользовалась менѣе чувствительными сейсмографами Мильна и Боша, установленными въ декабрѣ 1901 года.

Директора Обсерваторій въ Тифлисѣ и Иркутскѣ оказали возможное содѣйствіе при устройствѣ сейсмическихъ станцій 2-го разряда: С. В. Гласекъ принялъ на себя заботы по устройству сейсмическихъ станцій въ Батумѣ, при Михайловскомъ крѣпостномъ Управ-

---

1) Докладъ М. А. Рыкачева «Возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, вызванныя Шемахинскимъ землетрясеніемъ». Извѣстія Сейсмической Комиссіи, Томъ 1, вып. 2, стр. 229.

ленiи, и въ Шемахѣ, при Городскомъ училищѣ, а А. В. Вознесенскiй установилъ пару сейсмографовъ Боша въ г. Красноярскѣ.

Все еще стоитъ на очереди организацiя метеорологической сѣти на Дальнемъ Востокѣ и устройство магнитной и метеорологической Обсерваторiи въ Портъ-Артурѣ. Удовлетворенiе соотвѣтственнаго ходатайства было замедлено сначала сношенiемъ Министерства Народнаго Просвѣщенiя съ Г. Приамурскимъ Генералъ-Губернаторомъ по поводу согласованiя проекта Портъ-Артурской Обсерваторiи съ требованiемъ Г. Генералъ-Губернатора объ учрежденiи отдѣленiя этой Обсерваторiи въ Хабаровскѣ. Затѣмъ, вслѣдствiе установленныхъ новыхъ правилъ контроля смѣтъ, весь проектъ съ планами и смѣтами былъ препровожденъ въ мѣстную Контрольную Палату въ Хабаровскъ.

О проектѣ перенесенiя магнитной части Тифлисской Обсерваторiи за городъ, въ Мцхетъ, было упомянуто во введенiи. Затѣмъ, въ той же Обсерваторiи, въ виду широкаго развитiя Кавказской метеорологической сѣти, ощущается недостатокъ въ отдѣленiи, подобномъ тѣмъ, какiя имѣются въ Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторiяхъ, для завѣдыванiя сѣтью и для обработки получаемыхъ со всѣхъ станцiй наблюденiй.

Въ Иркутской Обсерваторiи быстрое расширенiе ея дѣятельности, вызванное мѣстными условiями и требованiями, а именно, организацiя станцiй Прибайкальскихъ и при Сибирской желѣзной дорогѣ, устройство сейсмической центральной станцiи съ областною сейсмическою сѣтью, принятiе въ вѣдѣнiе Обсерваторiи Байкальскихъ маяковъ — напрягаютъ до послѣдней степени всѣ наличныя силы Обсерваторiи, въ которыхъ ощущается недостатокъ.

Между тѣмъ, для удовлетворенiя важныхъ научныхъ требованiй и для участiя въ международныхъ изслѣдованiяхъ по земному магнетизму, требуется привести въ дѣйствiе прiобрѣтенный Обсерваторiею магнитографъ; новые расходы, сопряженные съ этимъ, и новыя работы по обработкѣ записей, при упомянутыхъ условiяхъ, становятся Обсерваторiи не по силамъ.

Предстоитъ крайняя необходимость, для поддержанiя Обсерваторiи на должной высотѣ, нѣсколько усилить ея составъ.

Ощущаемый въ высокой степени недостатокъ въ помѣщенiи Главной Обсерваторiи побудилъ Академiею ходатайствовать объ отпускѣ средствъ на постройку надъ главнымъ зданiемъ Обсерваторiи 4-го этажа.

Въ отчетномъ году, съ разрѣшенiя Академiи Наукъ, при Николаевской Главной Физической Обсерваторiи дѣйствовали двѣ комиссiи, съ участiемъ представителей заинтересованныхъ вѣдомствъ, для обсужденiя мѣръ къ приведенiю въ исполненiе пожеланiй Перваго Метеорологическаго Съѣзда, вызванныхъ предложенiями, сдѣланными представителями Министерства Путей Сообщенiя. Первая изъ этихъ комиссiй имѣла въ виду выработать проектъ наблюденiй для полученiя данныхъ о наибольшей продолжительности и интенсивности ливней въ разныхъ районахъ Россiйской Имперiи, для руководства этими данными при назначенiи отверстiй водопропускныхъ сооруженiй въ данной мѣстности.

Въ этой комиссіи, подъ моимъ предсѣдательствомъ, приняли участіе два представителя Министерства Путей Сообщенія, С. М. Травчетовъ и В. П. Чарномскій, и слѣдующіе, приглашенные Предсѣдателемъ, спеціалисты по гидротехникѣ и метеорологіи: члены Инженернаго Совѣта Министерства Путей Сообщенія, инженеры О. Г. Зброжекъ и Л. Ф. Николаи, затѣмъ, инженеры А. Ю. Саковичъ и Л. А. Штукенбергъ, мой помощникъ, Э. В. Штеллингъ, завѣдывающіе отдѣленіями Обсерваторіи Э. Ю. Бергъ, А. А. Каминскій и С. Д. Грибоѣдовъ и Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ.

Комиссія имѣла 5 засѣданій и пришла къ заключенію, что для рѣшенія поставленнаго вопроса требуются двоякаго рода изслѣдованія: во-первыхъ, необходимо организовать такія наблюденія, которыя позволили бы опредѣлить, какой интенсивности, продолжительности и какого распространенія могутъ достигнуть сильные дожди въ разныхъ частяхъ Имперіи; во-вторыхъ, требуется изучить, въ связи съ этими данными, соотношеніе ихъ къ расходамъ воды въ зависимости отъ конфигураціи, средняго уклона и площадей бассейна не только рѣкъ, но, главнымъ образомъ, овраговъ и мѣстностей, прилегающихъ къ желѣзнымъ дорогамъ у, такъ называемыхъ, сооруженій малыхъ отверстій.

Для первыхъ изслѣдованій комиссія признала необходимымъ:

1) установить въ разныхъ частяхъ Имперіи самопишущіе дождемѣры;

2) организовать въ возможно большемъ числѣ пунктовъ спеціальныя измѣренія ливней и обильныхъ дождей, при помощи обыкновеннаго дождемѣра;

3) увеличить сѣть дождемѣрныхъ станцій Европейской Россіи съ 1500 до 2000.

Вмѣстѣ съ тѣмъ комиссія признала желательнымъ, чтобы были предприняты спеціальныя обработки этого матеріала для научныхъ цѣлей.

Наконецъ, комиссія обратила вниманіе на необходимость улучшить метеорологическія наблюденія, производимыя на желѣзнодорожныхъ станціяхъ.

Относительно второго рода изслѣдованій комиссія остановилась *на спеціальной организаціи наблюденій надъ ливнями и обильными дождями, въ связи съ опредѣленіемъ расхода воды въ бассейнахъ Сѣвернаго Донца.*

По каждому изъ перечисленныхъ предметовъ были выработаны подробные проекты со смѣтами требуемыхъ на нихъ средствъ. Къ проекту по изслѣдованіямъ ливней въ бассейнѣ Сѣвернагс Донца, сверхъ того, приложена записка Л. Ф. Николаи и С. М. Травчетова: «Значеніе метеорологическихъ наблюденій надъ ливнями для опредѣленія отверстій искусственныхъ сооруженій для пропуска текучихъ водъ».

Вопросъ о расширеніи дождемѣрной сѣти въ Европейской Россіи имѣетъ общее значеніе, и о постепенномъ приведеніи въ исполненіе соотвѣтственнаго проекта я возбудилъ, черезъ Императорскую Академію Наукъ, особое ходатайство. Согласно съ этимъ проектомъ, постепенное увеличеніе числа дождемѣрныхъ станцій до приведеннаго предѣла должно совершиться въ теченіе пяти лѣтъ, съ 1903 г. до 1907 года. О приведеніи въ исполненіе остальныхъ проектовъ я вошелъ, по порученію комиссіи, съ ходатайствомъ къ Г. Министру Путей Сообщенія.

Вторая коммиссія была образована для обсужденія мѣръ къ расширенію предостереженій о штормахъ и метеляхъ и усовершенствованію предостереженій, а также для развитія наблюденій надъ высотою воды. Въ составъ ея, подъ моимъ предсѣдательствомъ, вошли: гг. полковники по Адмиралтейству І. Б. Шпиндлеръ и Ю. М. Шокальскій, инженеры Путей Сообщенія В. И. Чарномскій и А. Ю. Саковичъ, мой помощникъ, Э. В. Штеллингъ, завѣдывающіе отдѣленіями Обсерваторіи С. Д. Грибоѣдовъ и Э. Ю. Бергъ и Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ.

Комиссія пришла къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) требуемая высылка штормовыхъ предостереженій 40 новымъ станціямъ (въ дополненіе къ прежнимъ 32) въ Балтійскомъ и Черномъ моряхъ не вызоветъ со стороны Обсерваторіи новыхъ расходовъ, если Портовыя Управленія примутъ на себя устройство мачтъ и сигналовъ и заботы о своевременномъ подъемѣ и спускѣ послѣднихъ;

2) для распространенія штормовыхъ предостереженій въ Каспійскомъ морѣ, достаточно, въ дополненіе къ имѣющейся сѣти, устроить и обезпечить правильное дѣйствіе 4-хъ полныхъ метеорологическихъ станцій;

3) для организаціи штормовыхъ предостереженій и сообщенія свѣдѣній о состояніи льда въ Бѣломъ и Полярномъ моряхъ, выработанъ проектъ соотвѣтственнаго отдѣленія въ Архангельскѣ;

4) для усовершенствованія штормовыхъ предостереженій, признано необходимымъ ввести въ отдѣленіи штормовыхъ предостереженій ночную службу;

5) признано желательнымъ введеніе новаго сигнала, обозначающаго неспокойное состояніе атмосферы;

6) желательны спеціальныя изслѣдованія накопившагося матеріала относительно бурь въ европейскихъ моряхъ;

7) желателенъ частый обзоръ станцій, подымающихъ штормовые сигналы;

8) желательно обрабатывать и издавать наблюденія, производимыя помощью самопишущихъ приборовъ, заведенныхъ на станціяхъ Министерства Путей Сообщенія.

О средствахъ, требуемыхъ для приведенія въ исполненіе мѣръ, указанныхъ въ пунктахъ 6, 7 и 8, я вошелъ, по порученію комиссіи, съ представленіемъ въ Министерство Путей Сообщенія. Относительно пункта 2 — устройства 4-хъ станцій за Каспійскимъ моремъ — комиссія просила меня возбудить ходатайство передъ Императорскою Академіею Наукъ; но мнѣ пришлось отложить это, въ виду уже возбужденныхъ другихъ неотложныхъ ходатайствъ.

Относительно ночной службы, принимаются лишь подготовительныя мѣры, такъ какъ осуществленіе этого проекта требуетъ не только значительныхъ средствъ, но и соглашенія съ иностранными учрежденіями для полученія вечернихъ метеорологическихъ телеграммъ въ тотъ же день.

Введеніе новаго сигнала потребуетъ лишь соглашенія Обсерваторіи съ Главнымъ Гидрографическимъ Управленіемъ.

Наконецъ, для правильной постановки водомѣрныхъ наблюденій и обработки ихъ, согласно съ постановленіемъ коммиссіи, я исходатайствовалъ объ образованіи особой постоянной коммиссіи при Академіи Наукъ. Въ составъ ея войдутъ, помимо Академиковъ, представители заинтересованныхъ вѣдомствъ.

Отчетъ о Съѣздѣ Международной Ученой Воздухоплавательной Коммиссіи помѣщенъ въ протоколѣ засѣданія Физико-Математическаго Отдѣленія Императорской Академіи Наукъ 25 сентября 1902 г. Здѣсь достаточно упомянуть, что на Съѣздѣ этомъ мы убѣдились, какъ высоко поставлено дѣло изслѣдованія верхнихъ слоевъ атмосферы и военнаго воздухоплаванія въ Германіи. Въ упомянутомъ отчетѣ моемъ я изложилъ, въ главныхъ чертахъ, содержаніе слѣдующихъ наиболѣе важныхъ докладовъ.

Тесренъ-де-Бора — выводы изъ наблюденій, полученныхъ помощью большого числа пущенныхъ имъ шаровъ-зондовъ; Ассмана—объ употребленіи резиновыхъ шаровъ-зондовъ; Кальете—о приборѣ для вдыханія кислорода при подъемахъ на шарахъ; Зюринга — о его и Берсона наивысшемъ подъемѣ на шарѣ, когда они достигли наибольшаго предѣла, до какого когда-либо человѣкъ подымался, а именно, до $10\frac{1}{2}$ километровъ; Роча — о результатахъ наблюденій помощью летучихъ змѣевъ въ Блью-Хилѣ и проектъ изслѣдованія разныхъ слоевъ атмосферы надъ Атлантическимъ океаномъ помощью змѣевъ, пускаемыхъ съ нарочно нанятаго для этого парохода. Съ нашей стороны, завѣдывающій змѣйковымъ отдѣленіемъ, В. В. Кузнецовъ, сдѣлалъ докладъ о его анемографѣ съ записью давленія вѣтра, а я представилъ докладъ о наблюденіяхъ, произведенныхъ въ послѣдніе годы въ Россіи въ разныхъ слояхъ атмосферы помощью змѣевъ, шаровъ съ наблюдателями и шаровъ-зондовъ.

Относительно возбужденныхъ международныхъ вопросовъ, коммиссія озаботилась о принятіи мѣръ къ обезпеченію научныхъ результатовъ, добываемыхъ воздухоплавателями или помощью шаровъ-зондовъ, а также объ обезпеченіи изданія международныхъ наблюденій, производимыхъ въ разныхъ странахъ. Затѣмъ, коммиссія выставила на очередь, какъ одинъ изъ важнѣйшихъ предметовъ ея дѣятельности, изслѣдованія высокихъ слоевъ атмосферы. Вмѣстѣ съ тѣмъ были высказаны пожеланія о возбужденіи ходатайствъ въ разныхъ странахъ относительно развитія наблюденій въ верхнихъ слояхъ какъ надъ континентомъ, на постоянныхъ станціяхъ, такъ и надъ морями, пуская змѣи съ судовъ, причемъ особенно важно было бы содѣйствіе Морскихъ Вѣдомствъ.

Коммиссія обратила также вниманіе, согласно съ пожеланіемъ Нѣмецкихъ Академій Наукъ, на наблюденія надъ атмосфернымъ электричествомъ при полетахъ на воздушныхъ шарахъ.

Не могу не упомянуть и здѣсь о томъ высокомъ вниманіи, какое было оказано Съѣзду Германскимъ Императоромъ и Его Высочествомъ Принцемъ Генрихомъ, и, вообще, о томъ радушіи, съ какимъ насъ принимали въ Берлинѣ.

Коммиссія постановила слѣдующій Съѣздъ назначить въ С.-Петербургѣ, въ 1904 году. Намъ необходимо подготовиться, чтобы представить наши изслѣдованія высокихъ слоевъ атмосферы въ надлежащемъ видѣ и чтобы достойнымъ образомъ принять гостей.

Я имѣлъ счастіе докладывать о Съѣздѣ Государю Императору. Его Императорское Величество изволилъ съ интересомъ разспрашивать о подробностяхъ и повелѣлъ представить особый письменный докладъ, за который я удостоился получить Высочайшую благодарность.

О Съѣздѣ въ Гельсингфорсѣ Естествоиспытателей и Врачей сѣверныхъ странъ я также въ свое время представилъ докладъ Академіи Наукъ [1]).

На Съѣздѣ, кромѣ меня, участвовали наблюдатели Константиновской Обсерваторіи С. И. Савиновъ и В. В. Шипчинскій, которые демонстрировали подъемъ змѣевъ съ самопишущими приборами. Я сдѣлалъ два доклада. Въ одномъ, по порученію Сейсмической Комиссіи и по соглашенію съ ея председателемъ, О. А. Баклундомъ, я сообщилъ объ организаціи сейсмическихъ наблюденій въ Россіи и о дѣятельности нашей Центральной Сейсмической Комиссіи. Съѣздъ выразилъ пожеланіе, чтобы Финляндская Сейсмическая Комиссія вошла въ тѣснѣйшія сношенія съ нашею Центральною Комиссіею. Во второмъ докладѣ я представилъ очеркъ развитія изслѣдованій верхнихъ слоевъ атмосферы въ разныхъ странахъ и о наблюденіяхъ, произведенныхъ съ этою цѣлью у насъ. Съѣздъ выразилъ пожеланіе объ устройствѣ змѣйковыхъ станцій на сѣверѣ Норвегіи и Финляндіи и въ нѣкоторыхъ пунктахъ Скандинавіи.

---

1) Протоколъ засѣданія Физико-Математическаго Отдѣленія 11 сентября 1902 г.

Приложеніе I.

Г. Управляющій Межевою Частью, по примѣру прежнихъ лѣтъ, любезно прислалъ слѣдующій отчетъ по Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института за 1901—1902 учебный годъ, для напечатанія его въ видѣ приложенія къ отчету по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Отчетъ о занятіяхъ Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института въ 1901 — 1902 учебномъ году.

Въ отчетномъ году въ научныхъ занятіяхъ Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института никакихъ существенныхъ измѣненій сдѣлано не было, и заключались они въ ежедневныхъ наблюденіяхъ надъ слѣдующими метеорологическими элементами:

а) Надъ атмосфернымъ давленіемъ. Для этихъ наблюденій основнымъ инструментомъ служилъ барометръ Фуса № 116, а запаснымъ и контрольнымъ — барометръ Туреттини № 11. Въ отчетѣ за прошлый годъ упоминалось, что въ августѣ 1901 года инспекторъ метеорологическихъ станцій, В. В. Кузнецовъ, сравнивалъ эти барометры съ барометромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Новыя поправки были высланы только лѣтомъ текущаго года; при этомъ оказалось, что поправка барометра № 116 уменьшилась на 0,2 мм., а поправка барометра № 11 уменьшилась на 0,1 мм., такъ что въ настоящее время поправки нашихъ барометровъ, съ приведеніемъ къ нормальной тяжести, соотвѣтственно равны: для перваго + 0,4 мм., а для второго + 0,5 мм.

б) Надъ температурою и влажностью воздуха. Для наблюденій служили термометры: сухой № 535, смоченный № 208, максимальный № 11, минимальный № 762 и волосной гигрометръ № 397 (16811). Этотъ послѣдній инструментъ былъ вычищенъ лѣтомъ текущаго года въ Обсерваторіи Института. Одновременно съ этими наблюденіями велись также наблюденія надъ температурою и влажностью воздуха по психрометру Ассмана.

в) Надъ направленіемъ и скоростью вѣтра. Наблюденія велись по электрическому флюгеру съ приборомъ съ падающими клапанами, по анемометру Фрейберга и по флюгеру Вильда съ однимъ указателемъ силы вѣтра. Эти инструменты работали, вообще, исправно, и только въ концѣ отчетнаго года флюгеръ Вильда былъ снятъ для чистки и нѣкотораго ремонта.

г) Надъ атмосферными осадками. Эти наблюденія, какъ и прежде, велись по тремъ дождемѣрамъ; два изъ нихъ установлены вблизи метеорологической будки, на высотѣ 2,0 м., а третій — на вышкѣ, на высотѣ 25,0 м.

д) Надъ видомъ и направленіемъ движенія облаковъ и степенью облачности.

е) Надъ температурою на поверхности почвы, по обыкновенному, максимальному и минимальному термометрамъ, соотвѣтственно за № 4400, № 4211 и № 1919, а съ 21-го мая 1902 г. (нов. ст.) за № 19253 (5802), № 312 и № 1451.

Надъ температурою почвы на глубинахъ 0,0, 0,1, 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 и 3,2 метра, соотвѣтственно по термометрамъ: № 4400 и № 19253 (5802), № 9438 (3374), № 9602 (3489), № 13148 (4400), № 280, № 280* и № 282.

ж) Надъ испареніемъ воды, по вѣсовому эвапорометру Вильда и по эвапорометру Пиша.

з) Надъ продолжительностью солнечнаго сіянія, по геліографу Кемпбеля-Стокса.

и) Надъ водяными, оптическими и электрическими метеорами и надъ глубиною и состояніемъ снѣгового покрова.

Кромѣ этого, въ Обсерваторіи непрерывно функціонировали большой барографъ, большой термографъ и среднихъ размѣровъ гигрографъ системы бр. Ришаръ, а также опредѣлялась плотность снѣгового покрова и свѣже-выпавшаго снѣга.

Всѣ наблюденія Обсерваторіи, какъ станціи 2-го разряда 1-го класса, своевременно обрабатывались, копіи съ метеорологическихъ таблицъ и журналы наблюденій отсылались для печатанія въ «Лѣтописяхъ» и храненія въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, а оригинальныя таблицы сохраняются въ Обсерваторіи Межеваго Института.

Въ «Извѣстіяхъ Московской Городской Думы» печатались ежемѣсячныя таблицы Обсерваторіи, съ примѣчаніями объ отклоненіяхъ погоды отъ нормальныхъ климатическихъ условій, а ежедневный бюллетень Обсерваторіи, вмѣстѣ съ телеграммой Главной Физической Обсерваторіи объ общемъ состояніи погоды и объ ожидаемой погодѣ, помѣщался въ газетахъ: «Русскія Вѣдомости», «Курьеръ», «Новости Дня» и «Moskauer Deutsche Zeitung».

Ежедневныя телеграммы о состояніи погоды въ Москвѣ посылались въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію (утромъ и днемъ) и въ Парижскую Обсерваторію (только утромъ).

Въ мартѣ отчетнаго года Обсерваторію Института осматривали воспитанники 2-го Московскаго Кадетскаго Корпуса, а въ маѣ — выпускной курсъ Московскаго Учительскаго Института.

Кромѣ этого, нижеслѣдующія учрежденія и лица обращались къ Обсерваторіи и получили различнаго рода справки.

Общество Московско-Виндаво-Рыбинской желѣзной дороги — о температурѣ воздуха въ Москвѣ 9-го марта 1902 года, съ 6 часовъ пополудни до 12 часовъ ночи.

Оно же — о состояніи погоды въ Москвѣ за 5 ноября, 2-е, 7-е и 28-е декабря 1901 года и за 2-е, 8-е, 9-е и 14-е января 1902 года.

С. Ф. Подгурскій — о температурѣ воздуха въ Москвѣ за апрѣль 1899 г.

Управленіе Московско-Казанской желѣзной дороги—о температурѣ воздуха въ Москвѣ за ноябрь и декабрь 1901 г.

2-я Московская Инженерная Дистанція — о среднихъ суточныхъ температурахъ въ Москвѣ за октябрь, ноябрь и декабрь 1901 г. и за январь, февраль, мартъ и апрѣль 1902 г.

Членъ Высочайше утвержденной комиссіи по надзору за устройствомъ канализаціи и водопровода, инженеръ В. В. Барановъ — о количествѣ выпадающихъ въ зимнее время осадковъ и о продолжительности снѣготаянія въ Москвѣ.

Старшій врачъ 3-го драгунскаго Сумскаго полка — о состояніи метеорологическихъ элементовъ въ 1901 г.

Врачъ Московскаго Жандармскаго Дивизіона — о томъ же.

Корпусный врачъ Штаба Гренадерскаго Корпуса — различныя метеорологическія свѣдѣнія за 1899 — 1902 гг.

Базарный смотритель, В. В. Флоровъ — объ оттепеляхъ въ мартѣ 1902 г.

Въ личномъ составѣ Обсерваторіи въ теченіе отчетнаго года перемѣнъ не произошло. Лѣтомъ текущаго года наблюдатель Обсерваторіи пользовался шестинедѣльнымъ отдыхомъ, а въ концѣ года завѣдывающій Обсерваторіей получилъ разрѣшеніе на шестинедѣльный отпускъ.

Приложеніе II.

Установка сейсмографа Боша и уходъ за нимъ.

Сейсмографъ Константиновской Магнитной и Метеорологической Обсерваторіи въ Павловскѣ состоитъ изъ двухъ тяжелыхъ, такъ называемыхъ, Страсбургскихъ горизонтальныхъ маятниковъ Боша. Онъ установленъ въ варіаціонной будкѣ у пруда, въ разстояніи не менѣе 50 саженъ отъ ближайшей проѣзжей дороги. Сейсмографъ установленъ между магнитными приборами и принадлежащими къ нимъ зрительными трубами на изолированномъ отъ пола и боковыхъ слоевъ земли трехаршинномъ фундаментѣ. Фундаментъ состоитъ сначала изъ сплошного слоя бутовой плиты, толщиною около 2 аршинъ; на этомъ сплошномъ слоѣ плиты воздвигнуты изъ кирпича четыре столба, вышиною въ $1\frac{1}{4}$ аршина, для двухъ колоннъ и для двухъ пишущихъ частей сейсмографа. Какъ бутовая плита, такъ и кирпичи связаны между собою крѣпкимъ растворомъ портландскаго цемента. Стѣны ямы, вырытой для этого фундамента, обложены толстыми ($2\frac{1}{2}$ дюймовыми) досками, заложенными за бревна, вбитыя въ землю и сверху скрѣпленныя между собою брусьями; эти брусья служатъ одновременно для закрѣпленія пола между приборами.

Сейсмографъ изготовленъ весь (колонны, салазки для барабановъ, сами барабаны и все остальное) изъ желтой мѣди, только конусообразныя острія и ихъ лагеря, а также вертикальныя оси для передачи движенія маятника перу и, наконецъ, пружины часовъ сдѣланы изъ стали.

Сейсмографъ носитъ нумера 10 A и 10 B. № 10 A установленъ у насъ перпендикулярно къ меридіану и записываетъ, такимъ образомъ, колебанія почвы по N — S составляющей; № 10 B установленъ по меридіану и записываетъ E — W колебанія почвы.

Маятникъ для E — W колебаній былъ окончательно установленъ и жюстированъ 14 апрѣля, а другой — 22 апрѣля.

Вся установка произведена мною при содѣйствіи Т. С. Доморощева. До 19 іюля уходъ за приборомъ лежалъ также всецѣло на мнѣ, а затѣмъ, когда былъ окончательно установленъ порядокъ ухода за приборомъ, онъ былъ сданъ для обслуживанія наблюдателямъ.

Уходъ за приборомъ состоялъ въ слѣдующемъ:

Согласно съ инструкціею, около 11 часовъ утра (съ 28 ноября около 6 часовъ вечера) наблюдатель входитъ въ сейсмическій павильонъ, опредѣляетъ поправку часовъ, дѣлающихъ ежеминутныя отмѣтки времени на барабанѣ, по своимъ карманнымъ часамъ, которые онъ передъ отправленіемъ въ павильонъ сравниваетъ со стѣнными часами Гаслера № II, и записываетъ поправку часовъ въ особый листъ.

Послѣ этого онъ подходитъ къ сейсмографу № 10 B (установленному въ меридіанѣ) и въ моментъ слѣдующей отмѣтки полной минуты, осторожнымъ легкимъ ударомъ карандаша о грузъ маятника, дѣлаетъ помѣтку конца записи; затѣмъ приподымаетъ перо съ барабана, откидываетъ электромагнитъ съ штифтомъ, дѣлающимъ отмѣтки времени, и на закопченой бумагѣ мѣднымъ карандашемъ записываетъ названіе маятника (E-W въ настоящемъ случаѣ), годъ, мѣсяцъ, число, часъ и минуту конца записи; послѣ этого барабанъ съ своими салазками сдвигается на столько въ сторону, чтобы можно было его снять, не задѣвая за конецъ пера; барабанъ снимается, вносится въ другую комнату и кладется на подставку, предназначенную для покрытія бумаги сажею; бумага осторожно снимается, и потомъ, тутъ же, наблюдатель внимательно ее просматриваетъ, чтобы узнать, не было ли какихъ-либо сейсмическихъ возмущеній; послѣ просмотра, независимо отъ того, отмѣчены ли возмущенія или нѣтъ, слой копоти фиксируется въ ваннѣ съ разведеннымъ бѣлымъ шеллакомъ. Послѣ фиксированія бумага подвѣшивается, помощью крючечковъ изъ нейзильберовой проволоки, къ протянутой надъ широкимъ цинковымъ сосудомъ проволокѣ, для стока излишняго шеллака и дальнѣйшей просушки бумаги, которая только на слѣдующій день снимается съ проволоки, снова просматривается въ болѣе свѣтломъ помѣщеніи и, если вполнѣ высохла, то сейчасъ, если же нѣтъ, то на слѣдующій день вкладывается въ особо сдѣланный для храненія записей сейсмографа ящикъ. Послѣ фиксированія, наблюдатель накладываетъ на барабанъ новый листъ бумаги, затѣмъ изъ сосѣдней комнаты приноситъ склянку съ бензиномъ, вливаетъ въ трубку съ фитилемъ нѣкоторое количество бензина, уноситъ склянку назадъ въ сосѣднюю комнату, возвращается къ барабану съ наложенною бумагою, снимаетъ барабанъ, зажигаетъ бензинъ и, когда пламя по длинѣ всей горизонтальной трубки горитъ покойно одной сплошной огненной стѣной, быстро кладетъ барабанъ на его подставки и быстро вращаетъ въ одну сторону. Послѣ нѣсколькихъ оборотовъ барабанъ покрывается сплошнымъ, тонкимъ слоемъ копоти. Затѣмъ барабанъ кладется на свое мѣсто, на салазки; послѣднія передвигаются такъ, чтобы перо было сантиметра на два отъ праваго края; опускается перо, электромагнитъ для отмѣтокъ времени поворачивается опять на свое мѣсто, салазки немного подправляются, и, при одной изъ ближайшихъ отмѣтокъ времени, ударомъ мѣднаго карандашика маятникъ немного выводится изъ своего положенія, чтобы отмѣтить начало записи; предварительно записывается: какой маятникъ (E — W), годъ, мѣсяцъ, число, часъ и минута).

Послѣ этого, въ томъ же порядкѣ, обслуживается другой маятникъ, у насъ обозначаемый буквами N-S (расположенный перпендикулярно къ меридіану и отмѣчающій N-S составляющую колебаній почвы).

Для фиксированія мы употребляли раньше шеллакъ, разведенный въ винномъ спиртѣ; но послѣ, вслѣдствіе дороговизны виннаго спирта, мы стали, послѣ нѣкоторыхъ пробъ, пользоваться для разведенія шеллака древеснымъ спиртомъ, который, если нагрѣть его, также легко растворяетъ шеллакъ. Получаемый при древесномъ спиртѣ лакъ имѣетъ одинъ недостатокъ: онъ сохнетъ, сравнительно, долго; сложенные одинъ на другой листы бумаги часто склеиваются, такъ что и послѣ долгаго времени иногда съ трудомъ снимаются, въ особенности, если слой толстый.

Приборы во все время дѣйствовали достаточно удовлетворительно. Главныя нарушенія въ безпрерывномъ дѣйствіи приборовъ причиняли часовые механизмы, приводящіе въ движеніе барабаны. Оси ихъ всѣ сдѣланы изъ латуни; втулки, въ которыхъ оси вращаются, также мѣдныя; вслѣдствіе тренія разныхъ частей этого мягкаго металла между собою, онѣ легко въѣдались другъ въ друга, почему часы останавливались и требовали серьезныхъ исправленій.

Время качаній маятниковъ въ вертикальномъ положеніи, считая отъ одного крайняго положенія маятника до слѣдующаго, по сообщенію механика Боша, равно

$$0^s.8604.$$

Время качаній маятниковъ въ горизонтальномъ положеніи получилось равнымъ:

	По опредѣленіямъ въ 1902 году		
	въ маѣ	октябрѣ	ноябрѣ
у маятника № 10 A для N-S составляющей	$10^s.7$	$10^s.9$	$10^s.8$
» » » 10 B » E-W »	9.7	10.1	10.4.

На основаніи данныхъ за май и октябрь, проф. Левицкій[1]) вывелъ слѣдующую угловую цѣну одного миллиметра на валѣ:

	Для маятниковъ	
	№ 10 B	№ 10 A
Въ маѣ	$0''.29$	$0''.24$
Въ октябрѣ	0.27	0.23.

Наблюденія, произведенныя помощью этихъ приборовъ въ теченіе 1902 года, напечатаны въ Бюллетенѣ Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи.

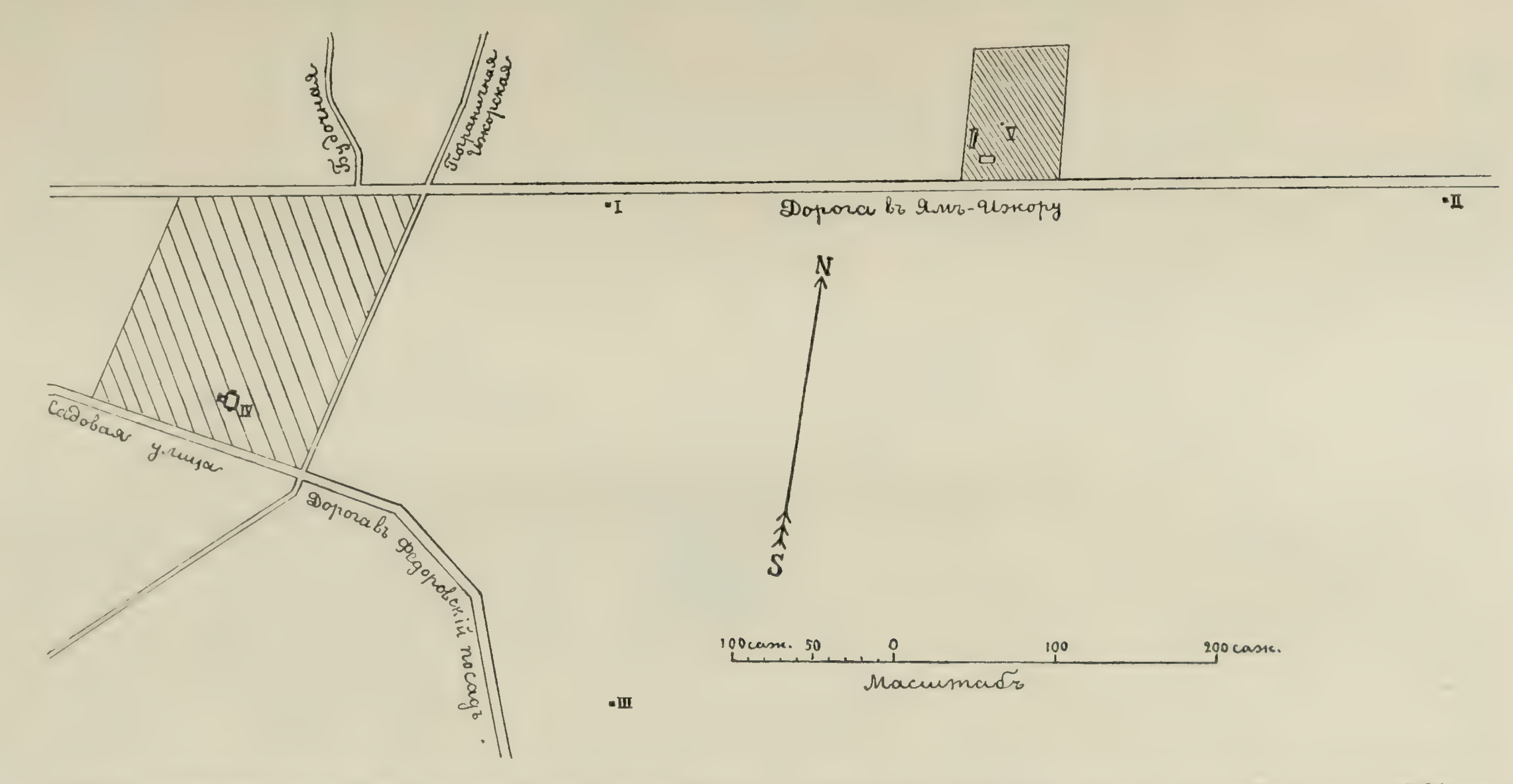
В. Дубинскій.



1) См. Бюллетень Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи 1902 г. апрѣль—іюнь стр. 1.



I. Планъ участковъ земли: принадлежащаго Константиновской Обсерваторіи и арендуемаго ею для змѣйковаго отдѣленія.



I, II и III — пункты для наблюденій для опредѣленія высотъ и движенія облаковъ и шаровъ-зондовъ.

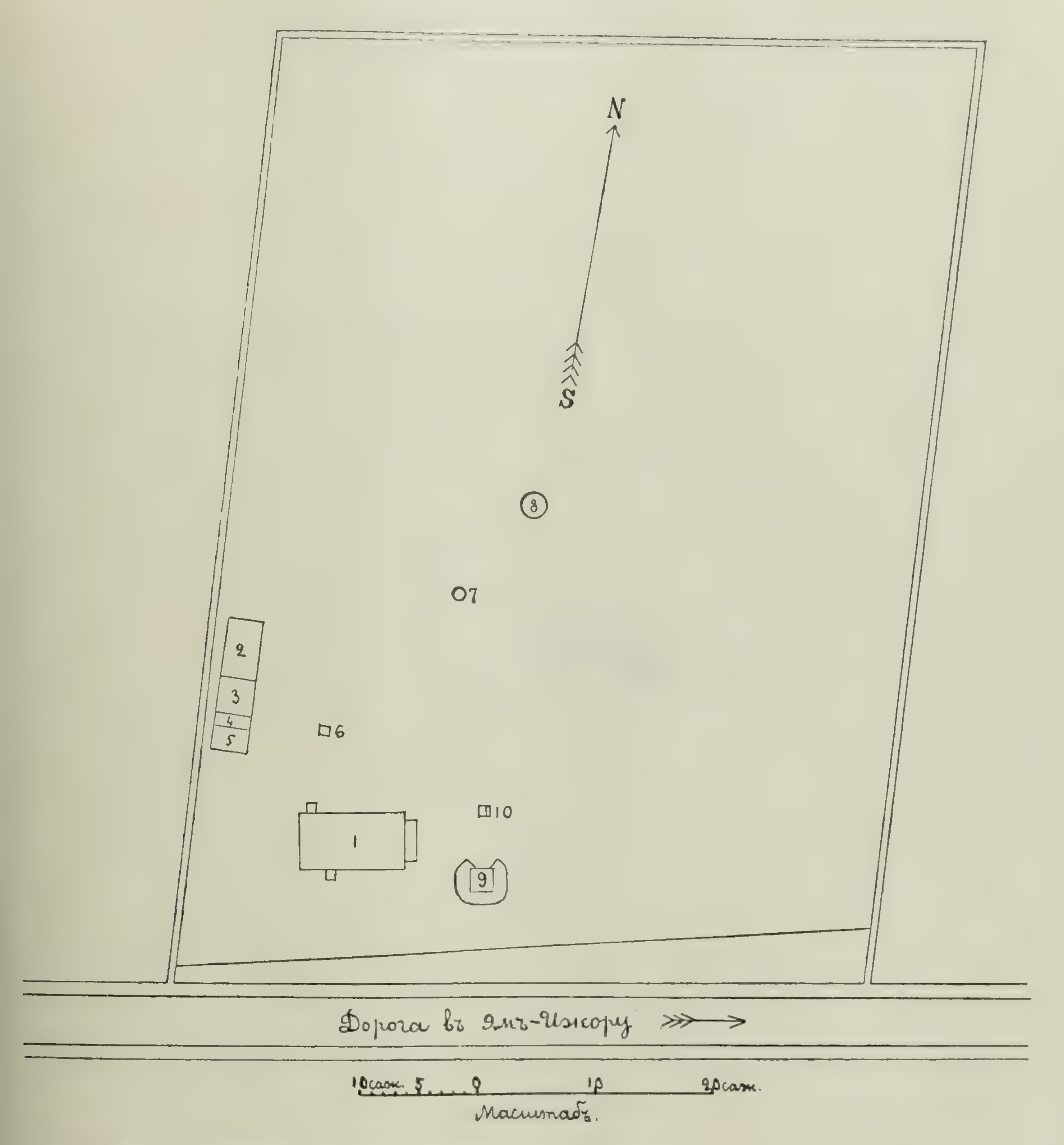
IV — главное зданіе Константиновской Обсерваторіи.

V — прожекторъ для опредѣленія высоты облаковъ.

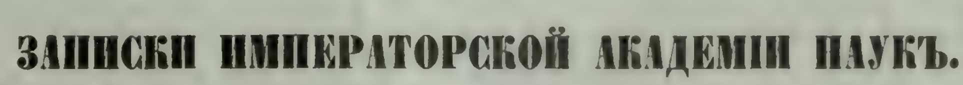
Крупные штрихи обозначаютъ мѣсто, занимаемое Константиновской Обсерваторіей.

Мелкіе штрихи обозначаютъ мѣсто, арендуемое отдѣленіемъ Константиновской Обсерваторіи.

II. Планъ участка земли, арендуемаго Константиновской Обсерваторіей для змѣйковаго отдѣленія, съ расположеніемъ находящихся на немъ построекъ.



1) Жилой домъ съ мастерскими и помѣщеніемъ для двигателя и динамомашины.
2) Помѣщеніе для храненія змѣевъ.
3) Помѣщеніе для наполненія шаровъ.
4) Кладовая для храненія сѣрной кислоты и пр.
5) Сарай для дровъ.
6) Колодезь.
7) Прожекторъ.
8) Лебедка съ электрическимъ двигателемъ для спуска змѣевъ.
9) Ледникъ.
10) Выгребная яма.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII° SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 9. Volume XV. № 9.

КЪ ВОПРОСУ
О ВЛІЯНІИ ВРАЩЕНІЯ ЗЕМЛИ
НА ВОЗМУЩЕНІЯ ВЪ АТМОСФЕРѢ.

М. Городенскій.

Съ картою.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 8 октября 1903 года).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 коп. — Prix: 4 Mark.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIIIe SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 9. **Volume XV. № 9.**

КЪ ВОПРОСУ

О ВЛІЯНІИ ВРАЩЕНІЯ ЗЕМЛИ

НА ВОЗМУЩЕНІЯ ВЪ АТМОСФЕРѢ.

М. Городенскій.

Съ картою.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 8 октября 1903 года).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 коп. — Prix: 4 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрѣль 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Ѳ. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

ВВЕДЕНІЕ.

Чтобы всесторонне изучить причины возникновенія и природу атмосферныхъ возмущеній, необходимо прежде всего рѣшить основной вопросъ: какъ подчиняется атмосферный воздухъ дѣйствію опредѣленной системы механическихъ силъ? Вопросъ этотъ рѣшается легко для идеальнаго газа, частицы котораго движутся какъ въ пустотѣ, подчиняясь лишь законамъ тяжести. Для перехода отъ такого газа къ воздуху нужно знать главное свойство воздуха, отличающее его отъ идеальнаго газа, именно — треніе.

Атмосферное треніе проявляется двояко:

1) Оно уменьшаетъ скорость поступательнаго движенія воздуха, и 2) парализуетъ отчасти дѣйствіе силы, перпендикулярной къ потоку, уменьшая такимъ образомъ угловую скорость воздушныхъ частицъ. Изслѣдованіе этого *нормальнаго тренія* (направленнаго по нормали къ струѣ) и составляетъ задачу предлагаемаго труда.

Мы воспользовались для этой цѣли дѣйствіемъ суточнаго обращенія земли, которое является силой во всѣхъ отношеніяхъ подходящей для этого, хорошо извѣстной, постоянной и, что особенно важно, *неизмѣнно перпендикулярной* къ траекторіи тѣла, движущагося горизонтально. Такой способъ даетъ совершенно самостоятельные, чисто опытные результаты, не связанные ни съ какими теоретическими соображеніями, ни съ выводами другихъ изслѣдователей.

Въ § 1-мъ изложенъ методъ, по которому производилась обработка наблюденій, и указаны существенныя затрудненія, съ какими приходится при этомъ бороться.

§ 2-ой содержитъ въ видѣ 73 табличекъ результаты обработки метеорологическаго матеріала. Вычисленія эти, очень сложныя и утомительныя, потребовали значительной затраты времени; этимъ отчасти объясняется, что весь трудъ, при его сравнительно небольшомъ объемѣ, будучи начатъ въ январѣ 1902 г., могъ быть законченъ только лѣтомъ 1903 г.

Въ § 3-мъ даны выводы изъ всего собраннаго матеріала и, на основаніи ихъ, приведены соображенія о вѣроятныхъ свойствахъ функціи, которая характеризуетъ нормальное треніе.

Но есть и другой способъ для изслѣдованія этой функціи. Въ самомъ дѣлѣ, между величинами тренія тангенціальнаго (по направленію потока) и нормальнаго должна существовать полная зависимость, и, если намъ извѣстенъ законъ перваго тренія, то законъ второго можетъ быть полученъ теоретически. Въ § 4-мъ я предпринялъ такое изслѣдованіе, опираясь на простой законъ тангенціальнаго тренія, формулированный Гульдбергомъ и Мономъ (реакція тренія, при поступательномъ движеніи частицы воздуха, пропорціональна скорости частицы).

Результатъ этого изслѣдованія совершенно оправдалъ соображенія, приведенныя въ § 3-мъ относительно характера интересующей насъ функціи. Мало того. Функція эта, какъ показалъ подробный анализъ ея, освѣщаетъ любопытныя механическія особенности циклоновъ и антициклоновъ. Это обстоятельство позволяетъ надѣяться, что, при болѣе широкой постановкѣ вопроса, предлагаемая мною трактовка атмосфернаго тренія можетъ дать плодотворные результаты.

М. Городенскій.

С.-Петербургъ, 4 декабря 1903 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ОПЕЧАТКИ.

Стран.	*Таблица.*	*Строка.*	*Напечатано.*	*Должно быть.*
16	№ 4	1 сверху	— 3 5	— 3* 5
—	—	3 »	2* 5	2 5

§ 1. Общія положенія и схема для обработки метеорологическаго матеріала.

Отклоняющее дѣйствіе вращенія земли на движущіяся у ея поверхности тѣла зависитъ вообще отъ двухъ причинъ. Во первыхъ, направленіе скорости тѣла (независимо отъ причинъ движенія) непрерывно измѣняется при вращеніи тѣла съ землей, причемъ возникаетъ сопротивленіе этому измѣненію въ видѣ бокового, т. е. отклоняющаго ускоренія. Вторая причина заключается въ томъ, что различныя точки поверхности земли по меридіану, обладая одной и той-же угловой скоростью, движутся съ различными линейными скоростями.

Тѣло, перейдя съ одной географической параллели φ_1 на другую параллель φ_2, стремится скорость, присущую параллели φ_1, сохранить и на параллели φ_2. Ясно, что тѣло, двигаясь напримѣръ въ сѣверномъ полушаріи по меридіану къ сѣверу, пріобрѣтетъ ускореніе, направленное на востокъ.

Дѣйствіе сказанныхъ причинъ настолько слабо, что на практикѣ даетъ себя чувствовать въ исключительно рѣдкихъ случаяхъ; даже такой благопріятный случай, какъ полетъ артиллерійскаго снаряда или ружейной пули, даетъ самое ничтожное отклоненіе. Теорія прицѣльной стрѣльбы не дѣлаетъ никакой разницы между различными широтами, обращая въ то-же время серьёзное вниманіе на ходъ нарѣзовъ въ каналѣ орудія, на влажность воздуха, направленіе и силу вѣтра и многое другое.

Ниже мы увидимъ, что величина отклоненія находится въ обратной зависимости отъ скорости движенія тѣла. Основываясь на этомъ, можно было бы думать, что въ цѣляхъ обнаруженія этого отклоненія и количественнаго его опредѣленія выгоднѣе разсматривать движенія малыхъ скоростей. На самомъ-же дѣлѣ такіе случаи движенія представляются менѣе выгодными, потому что они болѣе подвержены дѣйствію различныхъ случайныхъ силъ, искажающихъ основной характеръ явленія и поэтому затемняющихъ существованіе отклоненія. Движеніе воздушныхъ массъ (или вѣтеръ) имѣетъ въ среднемъ незначительную скорость (если принять во вниманіе удобоподвижность среды) и подвержено весьма многимъ случайностямъ. Этимъ и объясняется трудность вопроса. До сихъ поръ, насколько мнѣ извѣстно, не сдѣлано ни одной удовлетворительной попытки прямого его рѣшенія, т. е. количественнаго опредѣленія вліянія, которое суточное вращеніе земли оказываетъ на направленіе вѣтра.

Во многихъ курсахъ аналитической механики, въ главѣ объ элементахъ относительнаго движенія, разсматривается вопросъ о движеніи тяжелой матеріальной точки, брошенной со скоростью v_0 по касательной къ гладкой поверхности земли. Оказывается, что точка начинаетъ описывать на поверхности земного шара кривую, радіусъ кривизны которой r въ горизонтальной плоскости выражается формулой:

$$r = \frac{v_0}{\frac{4\pi}{T} \cdot \operatorname{Sin} \varphi}, \tag{1}$$

гдѣ T есть продолжительность звѣздныхъ сутокъ, а φ — перемѣнная географическая широта движущейся точки.

Приэтомъ скорость точки сохраняетъ первоначальную величину v_0; центръ кривизны всегда лежитъ въ сѣверномъ полушаріи вправо, и въ южномъ — влѣво отъ направленія движенія.

Не трудно видѣть, что траекторія точки весьма мало отличается отъ окружности, такъ какъ единственная перемѣнная φ, входящая въ составъ выраженія радіуса кривизны r, мѣняется съ теченіемъ времени очень медленно — при тѣхъ скоростяхъ, какія наблюдаются вообще у земной поверхности.

Вводя обозначеніе:

$$\frac{4\pi}{T} \operatorname{Sin} \varphi = K \tag{2}$$

мы можемъ написать согласно уравненію (1):

$$K = \frac{v_0}{r} \tag{3}.$$

Уравненіе (3) показываетъ, что величина K есть угловая скорость движущейся точки и опредѣляется числомъ радіановъ $\left(\frac{360^\circ}{2\pi}\right)$, на которое измѣнилось направленіе движенія въ единицу времени. Эта угловая скорость будетъ меньше, если движенію точки будетъ препятствовать треніе окружающей среды. Величину ея въ этомъ случаѣ можно выразить такимъ образомъ:

$$k = \mu K, \tag{4}$$

гдѣ μ есть неопредѣленный коэффиціэнтъ, удовлетворяющій условію:

$$0 < \mu < 1 \tag{5}.$$

Чтобы вычислить угловую скорость k изъ опытныхъ данныхъ, слѣдуетъ измѣрить въ градусахъ уголъ α_1, образуемый направленіемъ движенія тяжелой точки съ какой-нибудь

постоянной осью въ моментъ t_1, затѣмъ измѣрить тотъ-же уголъ въ моментъ t_2 и вычислять k по формулѣ:

$$k = \frac{(\alpha^\circ_2 - \alpha^\circ_1)\, 2\pi}{(t_2 - t_1)\, 360^\circ} \qquad (6).$$

Изъ этого выраженія видно, между прочимъ, что величина k зависитъ отъ величины принятой единицы времени: k, вычисленное при единицѣ *часъ* будетъ въ 3600 разъ больше, чѣмъ еслибы мы вычислили его при единицѣ *секунда.*

Обратимся теперь къ специально интересующему насъ вопросу.

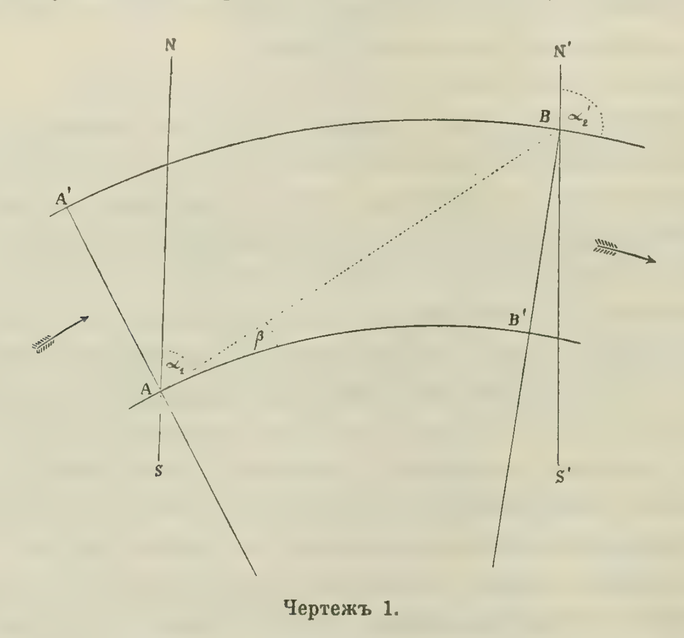
Чтобы легко и быстро прослѣдить уклоненіе вѣтра подъ вліяніемъ суточнаго обращенія земли, необходимо имѣть въ своемъ распоряженіи двѣ станціи, расположенныя на безукоризненно ровной мѣстности и снабженныя точными приборами, которые давали бы направленіе и силу вѣтра не на глазъ, а путемъ механическихъ показаній. Наблюдая анемометръ A и замѣтивъ моментъ, когда онъ показалъ направленіе въ сторону станціи B, мы дѣлимъ длину разстоянія $\overline{AB}$ на наблюденную въ тотъ-же моментъ скорость вѣтра — полученное число дастъ намъ премежутокъ времени, втеченіе котораго частица вѣтра пройдетъ разстояніе $\overline{AB}$. Наблюдая въ этотъ второй моментъ анемометръ B, мы и получимъ искомое измѣненіе направленія. Величина этого угла вообще будетъ зависѣть отъ разныхъ причинъ (мѣстныя нагрѣванія, вихри и пр.), которыми вліяніе вращенія земли окажется можетъ быть совсѣмъ замаскированнымъ. Но если мы повторимъ описанное наблюденіе нѣсколько разъ, суммируя полученные результаты, то дѣйствіе сказанныхъ причинъ, вообще говоря случайныхъ, будетъ постепенно компенсироваться, приближаясь къ нулю вмѣстѣ съ увеличеніемъ числа наблюденій. Въ то-же время постоянная систематическая причина, какою въ данномъ случаѣ является вращеніе земли, будетъ сказываться все рельефнѣе, пока не обнаружится съ несомнѣнной ясностью.

Къ сожалѣнію анемометрами снабжаются обыкновенно станціи и обсерваторіи большихъ населенныхъ центровъ, гдѣ, хотя бы и ровный по природѣ, рельефъ мѣстности искажается высокими строеніями и фабричными трубами. Показаніями анемометровъ при такихъ условіяхъ конечно нельзя воспользоваться для нашей цѣли. Приходится довольствоваться срочными наблюденіями обыкновенныхъ метеорологическихъ станцій II разряда, снабженныхъ флюгеромъ съ качающимся указателемъ силы вѣтра по системѣ академика Вильда.

Представимъ себѣ двѣ станціи (чертежъ 1-ый): въ пунктѣ A (широта φ_1, долгота λ_1) и въ пунктѣ B (широта φ_2, долгота λ_2).

Воздушный потокъ проходитъ черезъ A подъ угломъ α_1 отъ сѣвернаго направленія меридіана $\overline{NS}$ (считая по часовой стрѣлкѣ). Обозначимъ черезъ v_0 скорость его въ моментъ t_1. Чтобы опредѣлить промежутокъ времени, необходимый для прохожденія вѣтромъ пространства между A и B, слѣдуетъ, какъ было указано выше, раздѣлить s, длину пути вѣтра, на v_0. Но тутъ встрѣчаются два существенныя затрудненія. Во первыхъ, при движеніи

частицы воздуха отъ A къ B скорость вообще не остается постоянной, и принять ея величину равной v_0 на всемъ протяженіи между A и B — значитъ допустить ошибку, которая можетъ значительно повліять на единичный результатъ. Тѣмъ не менѣе затрудненіе это не устранимо, и съ нимъ приходится примириться въ томъ разсчетѣ, что съ увеличеніемъ числа наблюденій погрѣшность, обусловленная имъ, будетъ стремиться къ нулю. Затѣмъ, опредѣлить точно длину s также не представляется возможнымъ, такъ какъ для опредѣленія ея



Чертежъ 1.

нужно знать уголъ α_2, а между тѣмъ этотъ именно уголъ и является искомой величиной. Въ виду того, что уголъ α_2 при незначительномъ разстояніи между станціями A и B въ среднемъ весьма мало отличается отъ α_1, можно положить:

$$s = a \cdot \mathrm{Cos}\,\beta \qquad (7),$$

гдѣ a есть длина прямой $\overline{AB}$, а β — уголъ между $\overline{AB}$ и направленіемъ вѣтра на станціи A въ моментъ t_1.

Обозначая черезъ τ промежутокъ времени, втеченіе котораго частица потока проходитъ путь s, мы можемъ написать по уравненію (7):

$$\tau = \frac{a\,\mathrm{Cos}\,\beta}{v_0} \qquad (8).$$

Моментъ, въ который слѣдуетъ произвести наблюденіе на станціи B, опредѣляется такъ:

$$t_2 = t_1 + \tau + \Delta t \qquad (9)$$

гдѣ Δt есть часовой уголъ между пунктами A и B. Введеніе его необходимо на томъ основаніи, что наблюденія на метеорологическихъ станціяхъ производятся по мѣстному времени каждой станціи. Величина Δt въ *минутахъ* времени опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

$$\Delta t = 4 \, (\lambda_2 - \lambda_1) \tag{10}$$

гдѣ λ выражено въ *градусахъ*.

Уравненіе (10) показываетъ, что при движеніи въ восточномъ направленіи абсолютная величина Δt должна быть прибавлена къ τ для полученія t_2, а при движеніи на западъ — вычтена.

Опредѣливъ t_2, мы наблюдаемъ въ этотъ моментъ направленіе вѣтра на станціи B. Обозначимъ черезъ α'_2 уголъ, образуемый имъ съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана $\overline{N'S'}$ пункта B. Уголъ α_2, образуемый этимъ-же направленіемъ вѣтра съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана $\overline{NS}$, опредѣляется такъ:

$$\alpha_2 = \alpha'_2 - \Delta\alpha \tag{11}$$

гдѣ $\Delta\alpha$ есть уголъ между меридіанами $\overline{NS}$ и $\overline{N'S'}$, или вѣрнѣе между касательными къ этимъ меридіанамъ. На широтѣ φ этотъ уголъ опредѣляется такъ:

$$\Delta\alpha = (\lambda_2 - \lambda_1) \operatorname{Sin} \varphi \tag{12}$$

Въ выраженіи этомъ можно принять или φ_1 или φ_2; лучше-же взять среднее изъ обѣихъ величинъ; тогда уравненіе (12) принимаетъ видъ:

$$\Delta\alpha = (\lambda_2 - \lambda_1) \operatorname{Sin} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \tag{13}$$

Уравненія (11) и (13) показываютъ, что при восточномъ (отъ запада къ востоку) направленіи потока абсолютную величину $\Delta\alpha$ слѣдуетъ вычитать изъ α'_2 для полученія α_2, а при западномъ — прибавлять.

Обратимся теперь къ тѣмъ затрудненіямъ, которыя встрѣчаетъ примѣненіе на практикѣ указанныхъ пріемовъ.

1) *Погрѣшности наблюденій.*

Наблюденія по флюгеру съ указателемъ силы вѣтра въ видѣ подвѣшенной вертикально доски, даютъ весьма неточно направленіе и силу вѣтра. Направленіе дается только восьмью брусками крестовины флюгера, слѣдовательно съ точностью до

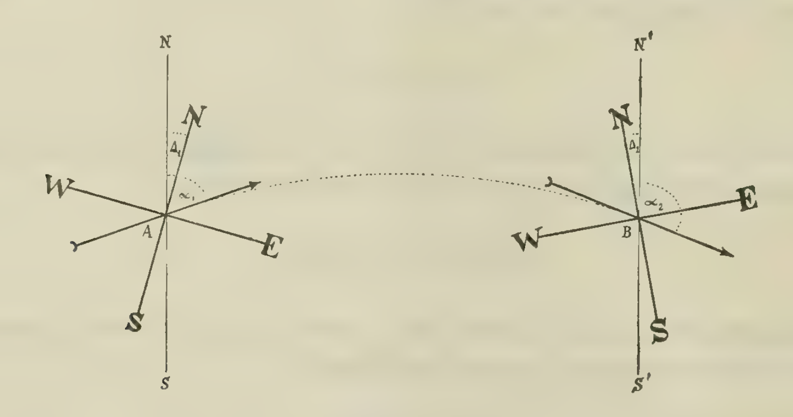
$$\frac{360^\circ}{8 \times 2} = 22^\circ\!,5.$$

На дѣлѣ-же точность еще меньше, такъ какъ наблюдателю, стоящему у подножія

мачты, трудно бываетъ иной разъ опредѣлить, къ какому румбу ближе стрѣла флюгера, находящаяся къ тому-же въ постоянномъ движеніи.

Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что крестъ флюгера, показывающій страны свѣта, нерѣдко бываетъ укрѣпленъ невѣрно [1]); угловая ошибка, превышающая 10°, не представляетъ исключительнаго случая. Это обстоятельство для насъ гораздо важнѣе погрѣшностей самаго наблюденія, такъ какъ эти послѣднія можно нейтрализовать, увеличивая число наблюденій, а неправильное положеніе крестовины является источникомъ постоянной ошибки въ одну сторону. Вліяніе этой ошибки уничтожается слѣдующимъ образомъ.

Пусть на станціи A (чертежъ 2-ой) крестъ флюгера $\overline{NESW}$ образуетъ уголъ Δ_1 съ истиннымъ расположеніемъ меридіана и параллели, причемъ уголъ этотъ будетъ считать по принятому выше правилу положительнымъ по часовой стрѣлкѣ и отрицательнымъ обратно ей. На станціи B тотъ-же уголъ пусть будетъ равенъ Δ_2.



Чертежъ 2.

На основаніи прямого наблюденія мы пишемъ по уравненію (6):

$$k' \neq \frac{(\alpha'_2-\Delta_2)-(\alpha'_1-\Delta_1)}{t'_2-t'_1}\cdot\frac{2\pi}{360} \qquad (14).$$

Величина погрѣшности этого равенства не можетъ быть опредѣлена, такъ какъ величины угловъ Δ_1 и Δ_2 неизвѣстны.

Теперь произведемъ вторую пару наблюденій, но на этотъ разъ отъ B къ A. Результатъ этого второго наблюденія выразится ошибочнымъ равенствомъ:

$$k'' \neq \frac{(\alpha_1''-\Delta_1)-(\alpha_2''-\Delta_2)}{t_1''-t_2''}\cdot\frac{2\pi}{260} \qquad (15).$$

---

1) Бываютъ случаи, когда мачта сырого дерева, на которой укрѣпленъ флюгеръ, скручивается съ теченіемъ времени на уголъ до нѣсколькихъ десятковъ градусовъ.

Беря среднее ариѳметическое изъ выраженій (14) и (15), получимъ:

$$\bar{k} = \frac{k' + k''}{2} + (\Delta_1 - \Delta_2)\frac{(t_1'' - t_2'') - (t_2' - t_1')}{(t_1'' - t_2'')\,(t_2' - t_1')} \cdot \frac{2\pi}{360} \qquad (16).$$

Ошибка равенства (16) значительно меньше каждой изъ ошибокъ уравненій (14) и (15). Когда-же періодъ времени $(t_2'—t_1')$ первой пары наблюденій равенъ періоду $(t_1''—t_2'')$ второй пары наблюденій, то эта ошибка и вовсе сводится къ нулю. Отсюда не трудно заключить, что увеличивая число подобныхъ двойныхъ паръ наблюденій можно совершенно устранить вліяніе неправильной установки флюгера.

Для лучшей нейтрализаціи необходимо, чтобы *число наблюденій отъ А къ В было равно числу наблюденій отъ В къ А*. Это удобно еще съ той стороны, что тогда можно откинуть поправку на уголъ между меридіанами λ_1 и λ_2, даваемую уравненіемъ (13). Такъ мы и поступимъ.

Обращаясь къ измѣренію силы вѣтра, замѣтимъ, что оно производится еще грубѣе, нежели измѣреніе направленія. Во первыхъ, самый способъ наблюденія доски, качающейся между разными штифтами, исключаетъ возможность дѣлать точные отсчеты. Затѣмъ, находясь на мачтѣ, доска флюгера, не смотря на покрывающій ее слой лака, начинаетъ ржавѣть; вѣсъ ея отъ этого замѣтно увеличивается, а также измѣняется состояніе поверхности, трущейся съ воздухомъ. Если принять во вниманіе всѣ эти обстоятельства, то придется заключить, что числа, выражающія силу вѣтра, едва-ли не самое слабое мѣсто настоящаго изслѣдованія.

2) *Сроки наблюденій.*

Вслѣдствіе того, что наблюденія на станціяхъ II разряда производятся съ промежутками въ 6, 8 и 10 часовъ, мы не найдемъ вообще говоря на станціи *B* наблюденія въ тотъ моментъ, какой опредѣлится изъ нашихъ вычисленій. Придется брать наблюденіе или предшествующее или послѣдующее относительно этого момента. Чтобы избавиться отъ слишкомъ грубыхъ ошибокъ, мы исключимъ изъ разсмотрѣнія слишкомъ слабый вѣтеръ и *будемъ разсматривать только вѣтеръ, дующій съ силою не менѣе пяти метровъ въ секунду*, какъ представляющійся болѣе устойчивымъ относительно направленія. При такомъ вѣтрѣ шансы рѣзкаго измѣненія направленія между двумя срочными наблюденіями значительно меньше. Кромѣ того, тѣ случаи, когда направленіе вѣтра на станціи *B* втеченіе времени протекшаго между сроками измѣнится болѣе, чѣмъ на 4 румба (изъ полныхъ 16-ти), мы исключимъ изъ разсмотрѣнія. Въ прочихъ-же случаяхъ будемъ искать направленіе въ требуемый моментъ путемъ пропорціональной интерполяціи по времени между двумя смежными сроками.

Сказанное выяснится лучше на примѣрѣ, приведенномъ ниже.

Кромѣ указанныхъ причинъ, затрудняющихъ изслѣдованіе, есть еще много другихъ,

которыя смотря по обстоятельствамъ могутъ существенно повліять на результаты его. Къ таковымъ слѣдуетъ отнести: рельефъ мѣстности между станціями A и B, существованіе токовъ воздуха, наклонныхъ къ горизонтальной плоскости, мѣстныя нагрѣванія и многое другое. Всѣ эти неблагопріятныя условія въ значительной степени устраняются увеличеніемъ числа наблюденій и введеніемъ въ кругъ изслѣдованія возможно бо́льшаго числа станцій.

Теперь примѣнимъ изложенные выше пріемы къ частному случаю.

Въ концѣ этого труда приложенъ каталогъ, содержащій 108 метеорологическихъ станцій II разряда, снабженныхъ флюгеромъ съ указателемъ силы вѣтра, на пространствѣ 11 губерній: Калужской, Орловской, Тульской, Рязанской, Тамбовской, Кіевской, Черниговской, Полтавской, Курской, Харьковской и Воронежской (см. Лѣтописи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ). Тамъ-же приложена карта въ масштабѣ

1 миллим. ⩧ 4 килом.,

на которой нанесены эти станціи съ соотвѣтственными нумерами каталога. [1])

Возьмемъ за начальный пунктъ A станцію въ Умани (№ 44 по каталогу) и за конечный пунктъ B станцію въ Златополѣ (№ 43).

Разстояніе a между станціями получимъ по формулѣ:

$$a = 40000 \sqrt{\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{360}\right)^2 + \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360} \cdot \mathrm{Cos}\,\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)^2} \qquad (17)$$

въ километрахъ.

Впрочемъ формула (17) представляется слишкомъ неудобной для вычисленій, и поэтому мы будемъ пользоваться величинами a, снятыми непосредственно съ карты [2]).

Въ данномъ случаѣ

$$a = 105 \text{ килом.} \qquad (18).$$

Для опредѣленія румбовъ вѣтра, которыми можно воспользоваться въ данномъ случаѣ, выписываемъ въ нижеслѣдующей табличкѣ всѣ 16 румбовъ и углы, образуемые каждымъ изъ нихъ съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана (по часовой стрѣлкѣ):

---

1) Координатная сѣть этой карты построена мною съ особымъ тщаніемъ; углы между меридіанами вычислены для средней широты, а параллели (ломаныя на каждый градусъ долготы) представляютъ отрѣзки эллипсовъ, въ видѣ которыхъ онѣ проектируются на горизонтальную плоскость, общую для всей карты. Координаты станцій взяты по Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 1900 г.

2) Около 5 чиселъ, полученныхъ такимъ образомъ, т. е. снятыхъ съ карты, я провѣрилъ по формулѣ (17); разница нигдѣ не была болѣе 1 километра, что въ нашемъ изслѣдованіи представляется совсѣмъ несущественнымъ.

Таблица I. [1])

S........	0°	N........	180°
SSW......	22° 30′	NNE......	202° 30′
SW.......	45°	NE.......	225°
WSW......	67° 30′	ENE......	247° 30′
W........	90°	E........	270°
WNW.....	112° 30′	ESE......	292° 30′
NW......	135°	SE.......	315°
NNW.....	157° 30′	SSE.......	337° 30′

Обозначимъ черезъ A уголъ, образуемый направленіемъ прямой $\overline{AB}$ отъ A къ B съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана. Величину этого угла найдемъ по приближенной формулѣ:

$$\operatorname{tang} A = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \operatorname{Cos} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \tag{19}$$

Найдя по каталогу географическія координаты обоихъ пунктовъ:

$$\varphi_1 = 48° 45', \quad \lambda_1 = 30° 13',$$

$$\varphi_2 = 48° 49', \quad \lambda_2 = 31° 39',$$

и подставивъ эти величины въ формулу (19), получимъ:

$$\angle A = 85° 58' \tag{20}$$

Изъ уравненія (20) и таблицы I мы видимъ, что двумя ближайшими румбами къ направленію $\overline{AB}$ являются W и WSW, причемъ углы, образуемые каждымъ изъ этихъ румбовъ съ $\overline{AB}$, опредѣляются такъ:

$$\beta_W = 4° 02' \tag{21,a}$$

$$\beta_{WSW} = 18° 28' \tag{21,b}$$

(Знаки этихъ угловъ безразличны для насъ, такъ какъ требуемая функція ихъ, косинусъ, не зависитъ отъ знака угла).

Итакъ мы должны искать на станціи A (въ Умани) моментъ, когда наблюдался W или WSW съ силою не менѣе 5 метровъ въ секунду.

---

1) Согласно общепринятымъ обозначеніямъ, мы будемъ подразумѣвать подъ знакомъ S вѣтеръ, дующій отъ юга къ сѣверу; W — отъ запада къ востоку и т. д.

24 января 1900 г. (по новому стилю) въ 7^h утра имѣемъ въ Умани *W 12* (см. Лѣтописи Н. Г. Ф. О. 1900 г. ч. II стр. 211).

Намъ удобнѣе пользоваться единицами километръ-часъ, нежели метръ-секунда. Таблица II содержитъ скорости отъ 5 до 20 $\frac{\text{метръ}}{\text{секунда}}$, затѣмъ числа, выражающія тѣ-же скорости въ единицахъ $\frac{\text{километръ}}{\text{часъ}}$ и логариѳмы этихъ послѣднихъ чиселъ.

Таблица II.

$v\ \frac{м.}{с.}$	$V\ \frac{к.}{ч.}$	Log. V	$v\ \frac{м.}{с.}$	$V\ \frac{к.}{ч.}$	Log. V
5	18,0	1,2553	13	46,8	1,6702
6	21,6	1,3345	14	50,4	1,7024
7	25,2	1,4014	15	54,0	1,7324
8	28,8	1,4594	16	57,6	1,7604
9	32,4	1,5105	17	61,2	1,7868
10	36,0	1,5563	18	64,8	1,8116
11	39,6	1,5977	19	68,4	1,8351
12	43,2	1,6355	20	72.0	1,8573

Подставляя во вторую часть уравненія (8) значенія символовъ по уравненіямъ (18), (21, *a*) и таб. II, получимъ:

$$\tau = \frac{105 \,.\, \text{Cos}\ 4^\circ\,02'}{43{,}2},$$

откуда и найдемъ съ точностью до 6 минутъ:

$$\tau = 2{,}4 \text{ часа} \qquad (22).$$

Далѣе, уравненіе (10) даетъ въ нашемъ случаѣ:

$$\Delta t = 6 \text{ мин.} \qquad (23).$$

Подставляя значенія τ и Δt изъ уравненій (22) и (23) въ уравненіе (9), получимъ:

$$t_2 = (7 + 2{,}4 + 0{,}1)^h = 9^h{,}5.$$

Слѣдовательно соотвѣтственнаго наблюденія на станціи *B* (въ Златополѣ) слѣдуетъ искать 24 января 1900 г. въ $9^h{,}5$ утра.

Подлинная таблица наблюденій въ Златополѣ (изъ архива Н. Г. Ф. О.) даетъ:

7^h утра . . . . WSW = 67° 30′

1^h дня . . . . WNW = 112° 30′

Пропорціональной интерполяціей получаемъ:

$$9^h{,}5 \text{ утра} \ldots\ldots\ldots \alpha_2 = 86^\circ{,}3,$$

а такъ какъ

$$\alpha_1 = 90^\circ,$$

то

$$\alpha_2 - \alpha_1 = -3^\circ{,}7 \qquad (24).$$

Подставляя въ уравненіе (6) значенія τ и $(\alpha_2 - \alpha_1)$ изъ уравненій (22) и (24), получимъ окончательно:

$$k = -0{,}027 \qquad (25).$$

Уравненіе (25) показываетъ, что отклоненіе вѣтра отъ прямолинейной траекторіи произошло въ данномъ случаѣ обратно движенію часовой стрѣлки, т. е. *влѣво*, съ угловой скоростью, равной 0,027 радіановъ въ часъ. Въ этомъ случаѣ вліяніе вращенія земли оказалось замаскированнымъ различными случайными обстоятельствами.

Впрочемъ отклоненія вѣтра въ ту и другую сторону подъ дѣйствіемъ случайныхъ причинъ настолько велики, что напр. даже въ среднемъ изъ 60 случаевъ (см. ниже табл. 1-ую *а* и *б*) мы получаемъ отклоненіе влѣво, именно:

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} = -0{,}1 \qquad (26).$$

Въ таблицѣ 1-ой $\left(\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}\right)$ достигаетъ наибольшей величины $+15$ и наименьшей -15. Дѣля эти числа на 60, получимъ соотвѣтственно: 0,25 и $-0{,}25$, откуда слѣдуетъ, что отъ прибавленія или удаленія только одного такого рѣзкаго случая въ нашей таблицѣ измѣнился-бы знакъ результата. Чтобы прибавленіе величины 15 измѣняло окончательный выводъ не болѣе какъ на 0,01, необходимо взять не менѣе

$$\frac{15}{0{,}01} = 1500 \text{ случаевъ.}$$

---

§ 2. Таблицы.

Результатомъ вычисленій по вышеприведенной схемѣ явились 73 двойныхъ таблицъ [1]), содержащихъ около 6000 отдѣльныхъ случаевъ.

Въ качествѣ образца ниже помѣщена таблица № 1.

---

1) Эти таблицы хранятся въ архивѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Таблица 1*a*.

Умань (44) — Златополь (43).

$\varphi_1 = 48°45'$, $\lambda_1 = 30°13'$

$\varphi_2 = 48°49'$, $\lambda_2 = 31°39'$

$a = 105$ кил., $\angle A = 85°58'$

$\alpha_{1,\,W} = 90°$, $\alpha_{1,\,WSW} = 67°30'$

$\beta_W = 4°02'$, $\beta_{WSW} = 18°28'$

$\text{Log}\,(a \,\text{Cos}\,\beta_W) = 2{,}0201$

$\text{Log}\,(a \,\text{Cos}\,\beta_{WSW}) = 1{,}9982$

$\Delta t = 0{,}1$ час.

t_1			Наблюденіе на первой станціи.	τ	t_2			Интерполированное наблюденіе на второй станціи.	$\alpha_2 - \alpha_1$	$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
Число.	Мѣсяцъ.	Часъ.			Число.	Мѣсяцъ.	Часъ.			
				h			h	°	°	
24	I	7^h у.	W 12	2,4	24	I	9,5 у.	86,3	— 3,7	— 2
24	I	9 в.	W 5	5,8	25	I	2,9 у.	103,3	13,3	2
5	III	7 у.	WSW 5	5,5	5	III	12,6 д.	66,0	— 1,5	0
5	III	1 д.	WSW 9	3,1	5	III	4,2 д.	67,5	0,0	0
10	III	1 д.	W 6	4,8	10	III	5,9 в.	98,7	8,7	2
10	III	9 в.	W 6	4,8	11	III	1,9 у.	90,0	0,0	0
31	III	9 в.	WSW 7	4,0	1	IV	1,1 у.	18,4	—49,1	—12
1	IV	7 у.	W 7	4,2	1	IV	11,3 у.	61,1	—28,9	— 7
1	IV	1 д.	W 7	4,2	1	IV	5,3 в.	91,7	1,7	0
15	IV	1 д.	W 6	4,8	15	IV	5,9 в.	103,8	13,8	3
16	IV	1 д.	W 6	4,8	16	IV	5,9 в.	48,7	—41,3	— 9
21	IV	1 д.	W 9	3,2	21	IV	4,3 д.	90,0	0,0	0
21	IV	9 в.	W 5	5,8	22	IV	2,9 у.	76,7	—13,3	— 2
10	V	1 д.	WSW 7	4,0	10	V	5,1 в.	91,1	23,6	6
14	V	7 у.	WSW 5	5,5	14	V	12,6 д.	1,5	—66,0	—12
18	V	7 у.	W 5	5,8	18	V	12,9 д.	89,2	— 0,8	0
18	V	1 д.	W 5	5,8	18	V	6,9 в.	90,0	0,0	0
28	V	1 д.	W 12	2,4	28	V	3,5 д.	119,5	29,5	12
22	VI	1 д.	W 9	3,2	22	VI	4,3 д.	135,0	45,0	14
3	IX	1 д.	W 9	3,2	3	IX	4,3 д.	58,2	—31,8	—10
7	IX	9 в.	W 5	5,8	8	IX	2,9 у.	90,0	0,0	0
16	IX	7 у.	W 5	5,8	16	IX	12,9 д.	156,4	66,4	11
10	X	1 д	W 7	4,2	10	X	5,3 в.	77,9	—12,1	— 3
14	XII	9 в.	W 7	4,2	15	XII	1,3 у.	51,5	—38,5	— 9
15	XII	7 у.	W 9	3,2	15	XII	10,3 у.	102,4	12,4	4
16	XII	7 у.	W 5	5,8	16	XII	12,9 д.	89,6	— 0,4	0
20	XII	1 д.	W 9	3,2	20	XII	4,3 д.	99,3	9,3	3
26	XII	7 у.	W 9	3,2	26	XII	10,3 у.	90,0	0,0	0
26	XII	1 д.	W 9	3,2	26	XII	4,3 д.	108,6	18,6	6
27	XII	1 д.	W 5	5,8	27	XII	6,9 в.	84,1	— 5,9	— 1
									Сумма	— 4

Таблица 1б.

Златополь — Умань.

$\angle A = 265^\circ 58'$

$\alpha_{1,\,E} = 270^\circ$, $\alpha_{1,\,ENE} = 247^\circ 30'$

$\beta_E = 4^\circ 02'$, $\beta_{ENE} = 18^\circ 28'$

$\mathrm{Log}\,(a\ \mathrm{Cos}\ \beta_E) = 2{,}0201$

$\mathrm{Log}\,(a\ \mathrm{Cos}\ \beta_{ENE}) = 1{,}9982$

$\Delta t = -0{,}1$ час.

t_1			Наблюденіе на первой станціи.	τ	t_2			Интерполированное наблюденіе на второй станціи.	$\alpha_2 - \alpha_1$	$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
Число.	Мѣсяцъ.	Часъ.			Число.	Мѣсяцъ.	Часъ.			
10	I	1^h д.	ENE 8	$3{,}5^h$	10	I	$4{,}4^h$ д.	$250{,}9^\circ$	$3{,}4^\circ$	1
14	I	1 д.	E 5	5,8	14	I	6,7 в.	225,0	—45,0	— 8
14	I	9 в.	E 10	2,9	14	I	11,8 в.	237,6	—32,4	—11
15	I	1 д.	E 5	5,8	15	I	6,7 в.	270,0	0,0	0
15	I	9 в.	E 10	2,9	15	I	11,8 в.	270,0	0,0	0
28	I	9 в.	E 10	2,9	28	I	11,8 в.	270,0	0,0	0
23	II	7 у.	E 10	2,9	23	II	9,8 у.	246,0	—24,0	— 8
20	III	7 у.	ENE 6	4,6	20	III	11,5 у.	253,1	5,6	1
20	III	9 в.	E 5	5,8	21	III	2,7 у.	237,8	—32,2	— 6
24	III	1 д.	ENE 6	4,6	24	III	5,5 в.	234,9	—12,6	— 3
8	IV	7 у.	E 15	1,9	8	IV	8,8 у.	270,0	0,0	0
8	IV	1 д.	E 16	1,8	8	IV	2,7 д.	270,0	0,0	0
8	IV	9 в.	E 18	1,6	8	IV	10,5 в.	270,0	0,0	0
9	IV	7 у.	ENE 18	1,5	9	IV	8,4 у.	270,0	22,5	15*
9	IV	1 д.	ENE 16	1,7	9	IV	2,6 д.	270,0	22,5	13*
9	IV	9 в.	ENE 14	2,0	9	IV	10,9 в.	261,4	13,9	7
10	IV	7 у.	ENE 5	5,5	10	IV	12,4 д.	285,8	38,3	7
10	IV	1 д.	ENE 5	5,5	10	IV	6,4 в.	277,3	29,8	5
11	IV	7 у.	ENE 5	5,5	11	IV	12,4 д.	227,3	—20,2	— 4
24	IV	1 д.	ENE 6	4,6	24	IV	5,5 в.	225,0	—22,5	— 5
23	V	1 д.	E 5	5,8	23	V	6,7 в.	225,0	—45,0	— 8
24	V	1 д.	ENE 6	4,6	24	V	5,5 в.	234,9	—12,6	— 3
30	VII	9 в.	ENE 7	4,0	31	VII	0,9 у.	287,6	40,1	10
1	VIII	9 в.	ENE 7	4,0	2	VIII	0,9 у.	188,8	—58,7	—15*
23	VIII	1 д.	E 5	5,8	23	VIII	6,7 в.	282,9	12,9	2
12	XI	1 д.	E 5	5,8	12	XI	6,7 в.	270,0	0,0	0
12	XI	9 в.	E 5	5,8	13	XI	2,7 у.	270,0	0,0	0
14	XI	9 в.	E 6	4,8	15	XI	1,7 у.	270,0	0,0	0
15	XI	9 в.	E 6	4,8	16	XI	1,7 у.	291,2	21,2	4
17	XI	7 у.	E 5	5,8	17	XI	12,7 д.	315,0	45,0	8
17	XI	1 д.	E 7	4,2	17	XI	5,1 в.	315,0	45,0	11
21	XI	7 у.	ENE 6	4,6	21	XI	11,5 у.	247,5	0,0	0
21	XI	1 д.	E 5	5,8	21	XI	6,7 в.	247,5	—22,5	— 4
									Сумма	— 4

$$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} = -8 \text{ (изъ 60 случаевъ).}$$

Изъ этой примѣрной таблицы видно, что каждая такая таблица распадается на двѣ части—*а* и *б*. Первая часть содержитъ случаи, когда направленіе вѣтра было отъ станціи *A* къ станціи *B* (въ примѣрной таблицѣ отъ Умани къ Златополю); во второй части собраны случаи обратнаго направленія вѣтра отъ *B* къ *A* (отъ Златополя къ Умани).

Въ семи вертикальныхъ столбцахъ таблицъ даны:

1) моментъ наблюденія на первой станціи (новый стиль, мѣстное время);

2) наблюденные на первой станціи элементы вѣтра (сила выражена числомъ метровъ въ секунду) [1]);

3) промежутокъ времени τ, соотвѣтствующій данной силѣ вѣтра, въ часахъ;

4) вычисленный моментъ наблюденія на второй станціи (мѣстное для этой станціи время);

5) направленіе вѣтра (отъ сѣвернаго направленія меридіана по часовой стрѣлкѣ), вычисленное для этого момента на второй станціи;

6) разность между направленіями вѣтра на второй и на первой станціи въ градусахъ;

7) та-же разность, приведенная къ единицѣ времени (часъ).

Выражая эту послѣднюю величину въ радіанахъ, т. е. помножая ее на

$$\frac{2\pi}{360},$$

мы получимъ величину k. Въ видахъ сокращенія работы, я предпочелъ произвести это послѣднее дѣйствіе въ выводахъ, тѣмъ болѣе, что величина k, вычисленная изъ одного случая не представляетъ никакого интереса.

Наконецъ, звѣздочкой отмѣчены числа послѣдняго столбца, которыя исключены для уравненія числа случаевъ въ таблицахъ *а* и *б* и не входятъ въ итоги. При этомъ было принято за правило исключать числа, представляющія крайнія отклоненія отъ общаго средняго вывода данной таблицы (*а* или *б*).

Помѣщаемыя ниже таблицы содержатъ лишь величины

$$\frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$$

въ хронологическомъ порядкѣ (послѣдовательными горизонтальными строками) и соотвѣтственныя скорости вѣтра (мелкимъ шрифтомъ). Сбоку каждой двойной таблицы помѣщены въ видѣ дроби итогъ и число случаевъ таблицы, которые вошли въ итогъ. Исключенные случаи отмѣчены звѣздочкой.

Не лишнимъ считаю указать, что таблицы занумерованы въ порядкѣ географическаго расположенія станцій *отъ юга къ сѣверу*.

Необходимость такого замѣчанія выяснится въ изложеніи § 3-го.

---

1) Матеріяломъ служили подлинныя вывѣренныя таблицы наблюденій станцій II разряда (изъ архива Обсерваторіи).

Всѣ наблюденія относятся къ 1900 году.

№ 1. Умань (44) — Златополь (43).

− 2 12	2 5	0 5	0 9	2 6	0 6	− 12 7	− 7 7	0 7	3 6	− 9 6	0 9	
− 2 5	6 7	− 12 5	0 5	0 5	12 12	14 9	− 10 9	0 5	11 5	− 3 7	− 9 7	
4 9	0 5	3 9	0 9	6 9	− 1 5							

Златополь — Умань.

1 8	− 8 5	− 11 10	0 5	0 10	0 10	− 8 10	1 6	− 6 5	− 3 6	0 15	0 16	
0 18	15* 18	13* 16	7 14	7 5	5 5	− 4 5	− 5 6	− 8 5	− 3 6	10 7	−15* 7	
2 5	0 5	0 5	0 6	4 6	8 5	11 7	0 6	− 4 5				$-\frac{8}{60}$

№ 2. Умань (44) — Николаевка (40).

4 12	5 5	− 3 5	− 3 9	1 6	0 6	− 5 5	− 7 7	− 2 7	− 3 7	−12* 7	0 6	
− 9* 6	3 9	0 5	12* 20	7* 5	6* 7	−8* 5	7* 7	−9* 5	−7* 5	− 8* 7	− 3 5	
− 1 5	19* 12	2 5	12* 9	4 5	−18* 17	6* 5	− 1 9	0 17	0 5	7* 5	− 6 7	
− 3 5	− 6 5	−7* 5	− 5 7	− 4 9	2 7	− 2 5	− 3 5	3 9	4 9	6* 9	− 1 5	

Николаевка — Умань.

11 8	11 8	14 10	6 6	6 5	7 18	25 18	26 20	11 16	0 8	7 8	− 2 6	
4 6	13 10	6 8	0 6	10 16	25 18	6 5	10 7	−14 5	− 2 7	14 6	0 16	
4 5	7 5	11 8	1 6	4 5	0 6	11 6						$\frac{202}{62}$

№ 3. Христиновка (46) — Баландино (42).

−16 14	− 22 20	− 20 20	− 2 20	12 9	− 7 5	0 5	14 20	1 5	0 7	− 3 9	− 5 5	
2 5	9 20	8 5	6 20	− 5 5	3 5	8 5	0 9	13 9	− 4 7	− 8 20	− 8 9	
3 5	− 3 5	− 8 14	− 5 9	−11 5								

Баландино — Христиновка.

− 4 6	− 3 5	− 5 6	0 8	3 5	4 8	9 5	11 6	9 5	0 6	− 3 5	4 6	
0 7	4 7	−10* 5	3 5	0 8	0 10	6 10	2 5	21* 20	3 16	− 5 7	5 8	
2 5	0 9	7 8	− 3 7	−11* 10	− 8 5	− 3 5	3 5					$-\frac{7}{58}$

№ 4. Христиновка (46) — Николаевка (40).

−24* 14	−25* 20	−22* 20	− 5* 20	11* 9	22* 20	5 20	− 3 5	0* 5	10* 20	5 5	5 7	
3 9	0 5	2 5	12* 20	5 5	−2* 5	−0* 5	0* 5	5 9	8* 5	8* 9	17* 14	
6* 5	6* 5	9* 9	0* 5	4 7	15* 20	6* 9	16* 9	2* 5	− 5* 5	6* 5	17* 14	
−3* 9	− 6* 5	5 7	6* 5	11* 9	6* 5	6* 5	4 7	1 7	2 7	3 5	3 5	
0* 5												

Николаевка — Христиновка.

11 6	6 5	21 18	21 18	25 20	0 16	0 18	− 8 8	0 6	6 10	0 8	0 8	
4 6	16 16	−4 8	0 6									152/32

№ 5. Шпола (41) — Плисково-Андрушевскій заводъ (39).

3 7	10 10	11 8										

П.-Андрушевскій заводъ — Шпола.

4* 8	1* 8	− 2 9	4* 5	−12* 12	−18* 12	9* 6	0* 8	−3* 8	−5* 10	0 8	0 7	
− 4* 8	−10* 20	6* 7	6* 17	− 4* 10	− 8* 17	0* 7	0* 8	3* 10	6* 5			22/6

№ 6. Старобѣльскъ (93) — Асѣевка (91).

− 9* 5	− 6* 5	−10* 5	5 10	− 2 6	0 7	0 5	− 3 14	− 3 6	− 4 7	3 9	− 8* 5	
0 8	− 4 5	− 3 8	−11* 20	− 4 14	4 8	3 5	6* 12	6 8	1 5	4 8	0 6	
2 5	0 7	3 8	− 2 20	0 10	8* 20	− 8* 16	− 3 8	− 2 20	−14* 7	7* 14	0 7	
2 7	6 5	5 10	4 9	3 6	4 7	− 1 6	3 8	3 5	6 6	16* 9	0 5	
3 5	9* 9	− 2 6										

Асѣевка — Старобѣльскъ.

− 3 7	− 8 8	2 10	− 6 6	− 8 8	−12 10	− 8 8	−13 10	− 2 5	1 15	7 8	− 6 8	
−10 20	10 6	−13 8	− 8 8	− 1 8	3 6	3 6	6 6	2 7	−11 8	−10 8	0 6	
−14 8	− 1 14	− 3 6	− 2 8	3 6	− 2 5	−10 10	− 5 5	− 7 7	11 6	6 5	− 4 6	
2 7	2 9	3 8										− 69/78

№ 7. Старобѣльскъ (93) — Богучаръ (106).

17* 14	12* 10	0* 8	6 5	8 7	17* 14	−9* 5	−9* 5	0* 20	3* 5	31* 20	0* 20	
6 10	1* 6	17* 7	−8* 8	−4* 6	4* 5	4* 8	9 16	3* 10	−13* 7	8 7	8 7	
12* 10	40* 24	20* 17	35* 28	−5* 8	7 6	12* 5	5 8	12* 7	4 6	9 7	9 7	
7 7	11 9	18* 8										

Богучаръ — Старобѣльскъ.

5 5	0 5	− 9 8	− 6 10	− 2 6	− 1 5	−10 5	− 6 10	− 1 5	−15 12	− 9 10	− 2 6	
− 3 5												$\frac{38}{26}$

№ 8. Плисково-Андрушевскій заводъ (39) — Кагарлыкъ (34).

15* 6	0* 8	4 6	4 6	2 8	0 7	2 9						

Кагарлыкъ — Плисково-Андрушевскій заводъ.

0 6	− 3 6	− 3 8	4 6	− 8 6								$\frac{2}{10}$

№ 9. Асѣевка (91) — Полтава (опытное поле) (65).

5* 5	−5* 10	0 10	0 10	0 12	0 14	0 14	0 14	1 8	4 10	5 10	2 6	
6* 12	4 8	6* 5	− 3 5	5* 10	2 10	3 6	4 8	5* 6	5* 5	4 8	6* 6	
3 6	8* 8	0 6	0 6	0 7	0 7	− 2 6	4 8	0 10	0 10	4 7	5* 10	
0 12	2 10	− 5* 14	− 2 16	4 8	5 10	− 2 10	0 7	6* 6	4 10	7* 7	1 5	
0 10	−4* 8	− 1 8	− 2 5	− 1 6	2 5	− 2 5	−4* 8	− 1 8	2 12	4 9	− 3 5	
− 7* 14	−12* 14	− 2 10	−5* 6	0 6	0 5	0 6						

Полтава (опытное поле) — Асѣевка.

− 16 10	− 8 8	1 10	0 15	− 6 5	0 6	− 2 5	− 3 5	− 8 14	4 14	− 2 7	6 6	
− 1 5	6 6	5 5	− 3 5	− 3 5	− 3 7	3 6	0 10	3 8	6 10	− 1 10	0 14	
0 6	0 6	0 8	− 2 7	− 4 7	0 14	3 8	− 7 14	− 6 6	− 4 5	− 5 9	− 5 10	
− 5 5	0 7	0 5	0 5	0 5	0 5	− 5 9	− 5 7	− 3 5	− 8 8	0 8	8 5	
8 8												$-\frac{19}{98}$

№ 10. Асѣевка (91) — Должикъ (88).

9* 14	– 5* 10	1 8	3* 5	3* 8	2 6	–3* 10	0 8	3* 5	4* 6	4* 6	0 8	
– 3* 6	4* 6	5* 7	5* 7	4* 7	4* 6	3* 6	0 10	0 10	0 12	9* 14	6* 16	
– 9* 10	– 2 6	0 10	– 8* 5	0 9	– 5* 7	1 8	–8* 6	–5* 8	5* 7	7* 10	8* 6	
0 6	– 5* 8	–3* 5	4* 5	3* 6	7* 6	2 8	0 10	– 2 8	0 5	0 7	– 2 6	
– 3* 5	– 5* 8	–8* 12	– 8* 6	– 5* 8	5* 8							

Должикъ — Асѣевка.

0 7	– 5 7	– 6 5	3 6	3 5	– 2 5	– 3 6	– 9 5	– 6 6	– 4 6	0 6	– 6 6	
0 5	– 4 5	– 10 8	– 8 6	– 9 5	0 5							$-\frac{66}{36}$

№ 11. Карловка (66) — Миргородъ (62).

–8* 6	3 14	16* 6	4* 8	5* 8	4 6	3 8	0 8	– 2 6	– 3 6	7* 10	0 6	
– 5 8	– 9* 8	–13* 8	–7* 14	0 8	–10* 8	0 8	–9* 14	– 4 6	7* 6	3 6	11* 8	
15* 14	–16* 8	7* 8	– 4 6	–16* 6	– 4 8							

Миргородъ — Карловка.

0 5	– 12 5	– 9 5	– 1 5	0 8	–11 7	0 6	0 5	–15 7	– 7 5	– 8 6	11 7	
– 7 5	1 8											$-\frac{67}{28}$

№ 12. Полтава (опытное поле) (65) — Золотоноша (64).

3 5	2 7	4 8	4 10	5 12	5 12	7 15	4 8	4 10	4 8	3 7	3 7
0 8	3 6	3 7	0 8	0 7	4 8	3 5	5 7	2 12	0 13	3 7	7 8
5 10	11* 10	20* 15	8 8	2 5	3 6	7 8	5 6	6 7	7 8	6 5	7 8
9 10	7 14	5 10	4 8	4 8	7 15	7 15	13* 15	7 14	11* 12	9 18	–4* 10
– 6* 5	– 2 8	3 13	17* 14	4 6	6 5	3 6	2 5	0 6	0 5	4 8	–4* 8
– 4 6	1 5	3 6	– 1 6	–8* 10	0 5	2 5	2 8	8 8	8 8	4 9	11* 10
6 12	7 14	4 8	10 5	4 5	9 6	–9* 8	–1 6	– 1 6	5 6	4 5	7 6
3 5	3 6	0 5	0 5	0 8	3 8	2 5	3 5	3 6	0 5	12* 7	2 5
– 1 6	–5* 6	7 8	2 9	0 9	–11* 13	–17* 10					

Золотоноша — Полтава (опытное поле).

11_{12}	0_{6}	0_{6}	-5_{6}	-7_{20}	0_{6}	-19_{20}	-5_{6}	-3_{6}	-3_{6}	-4_{6}	-1_{8}	
-2_{6}	1_{6}	3_{6}	-9_{18}	-2_{12}	12_{20}	-1_{10}	-15_{12}	1_{8}	2_{8}	2_{6}	-3_{6}	
2_{6}	0_{6}	3_{6}	-3_{6}	-5_{8}	-8_{12}	-2_{12}	0_{6}	-1_{12}	-9_{12}	8_{12}	0_{8}	
10_{6}	0_{6}	0_{6}	-9_{12}	-3_{6}	-4_{8}	0_{6}	3_{6}	0_{6}	0_{6}	0_{12}	-9_{20}	
7_{6}	3_{20}	3_{6}	0_{6}	7_{6}	2_{6}	0_{6}	3_{6}	0_{6}	-5_{12}	7_{8}	13_{18}	
4_{8}	-3_{20}	-5_{12}	-5_{12}	-5_{6}	4_{6}	2_{6}	8_{6}	-5_{6}	4_{6}	2_{6}	3_{6}	
-1_{6}	3_{6}	4_{8}	5_{12}	1_{12}	13_{8}	0_{6}	7_{8}	0_{20}	6_{12}	0_{6}	3_{12}	
3_{12}	-3_{12}	3_{12}	4_{6}									$\frac{335}{176}$

№ 13. Полтава (опытное поле) (65) — Харьковъ (Универ.) (89).

-6^{*}_{5}	-19^{*}_{10}	-5^{*}_{8}	9^{*}_{7}	-3^{*}_{7}	10^{*}_{8}	-16^{*}_{8}	-8^{*}_{12}	3_{20}	-5^{*}_{10}	-5^{*}_{10}	-9^{*}_{10}
3_{8}	0_{8}	9^{*}_{7}	0_{6}	-7^{*}_{5}	1_{6}	-20^{*}_{8}	4^{*}_{5}	2_{5}	0_{14}	0_{7}	6^{*}_{10}
18^{*}_{20}	0_{5}	11^{*}_{6}	-4^{*}_{5}	-11^{*}_{5}	10^{*}_{10}	2_{5}	7^{*}_{6}	-7^{*}_{5}	-1_{8}	4^{*}_{6}	0_{6}
-10^{*}_{8}	-2_{10}	7^{*}_{5}	-12^{*}_{8}	5^{*}_{8}	6^{*}_{10}	0_{6}	3^{*}_{10}	10^{*}_{10}	14^{*}_{10}	4^{*}_{10}	6^{*}_{14}
4^{*}_{6}	4^{*}_{7}	7^{*}_{6}	3_{5}	8^{*}_{6}	4^{*}_{8}	6^{*}_{10}	-3^{*}_{14}	2_{10}	0_{6}	-2_{5}	-10^{*}_{5}
-21^{*}_{8}	-4^{*}_{6}	-10^{*}_{7}	-7^{*}_{5}	-2_{5}	0_{10}	10^{*}_{6}	-3^{*}_{5}	4^{*}_{6}	1_{7}	9^{*}_{8}	0_{5}
0_{5}	-3^{*}_{8}	1_{5}	-6^{*}_{9}	0_{5}	3_{5}	4^{*}_{7}	12^{*}_{8}				

Харьковъ (Университетъ) — Полтава (опытное поле).

-1_{7}	4_{6}	3_{5}	4_{7}	0_{5}	0_{5}	3_{5}	3_{5}	5_{7}	1_{6}	0_{5}	8_{6}	
3_{5}	1_{7}	4_{5}	4_{6}	6_{5}	0_{5}	-3_{5}	-4_{7}	-8_{5}	-5_{7}	0_{8}	0_{5}	
4_{5}	-7_{9}											$\frac{39}{52}$

№ 14. Полтава (опытное поле) (65) — Лубны (гимназія) (60).

0_{8}	3_{8}	0_{7}	4_{8}	7^{*}_{10}	9^{*}_{12}	9^{*}_{12}	11^{*}_{15}	6_{8}	7^{*}_{10}	6_{8}	5_{7}
5_{7}	0_{8}	7^{*}_{6}	7^{*}_{7}	3_{8}	5_{7}	3_{5}	5_{8}	5_{8}	-5^{*}_{5}	-8^{*}_{6}	4_{5}
3_{5}	5_{7}	0_{12}	0_{13}	5_{7}	6_{8}	3_{10}	15^{*}_{10}	22^{*}_{15}	3_{10}	9^{*}_{9}	4_{5}
4_{5}	9^{*}_{8}	4_{5}	4_{5}	3_{7}	4_{6}	1_{5}	0_{6}	0_{5}	3_{5}	-3^{*}_{5}	0_{6}
6_{8}	6_{6}	7^{*}_{7}	12^{*}_{8}	4_{10}	14^{*}_{12}	7^{*}_{5}	3_{5}	7^{*}_{6}	4_{5}	4_{6}	3_{8}
10^{*}_{8}	11^{*}_{10}	9^{*}_{14}	7^{*}_{10}	5_{8}	5_{8}	8^{*}_{15}	0_{15}	14^{*}_{15}	7_{14}	9^{*}_{12}	0_{18}
-2^{*}_{10}	-4^{*}_{5}	8^{*}_{7}	0_{5}	-3^{*}_{6}	4_{8}	4_{13}	-8^{*}_{5}	-2^{*}_{6}	7_{5}	-8^{*}_{5}	4_{6}

1 5	0 6	– 4* 5	– 1* 8	– 9* 6	0 5	6 5	3 5	0 8	2 9	0 10	4 6
7 5	– 6* 5	– 8* 8	1 5	0 8	1 6	7 5	13* 8	– 6* 8	0 6	2 6	5 6
1 5	– 3* 6	9* 6	4 5	– 4* 6	4 6	4 5	4 5	0 5	–17* 6	1 5	0 6
5 8	3 7	6 8	– 6* 8	5 5	– 4* 5	4 6	4 5	– 1* 6	3 8	6 12	–4* 12
–8* 5	15* 7	10* 8	4 5	1 6	– 6* 6	11* 8	8* 9	7 9	–1* 13		

Лубны (гимназія) — Полтава (опытное поле).

7 5	0 5	0 5	– 5 8	– 5 6	– 1 6	– 1 8	– 3 6	1 6	– 6 5	– 4 6	– 5 5	
– 4 9	– 7 5	0 6	– 2 7	– 5 7	4 10	– 4 6	0 7	– 6 8	2 8	0 10	0 7	
2 10	4 6	4 10	– 5 5	4 5	0 5	– 4 5	– 3 5	4 6	1 5	–16 7	0 5	
0 6	0 6	– 3 5	5 7	1 7	– 4 6	– 6 6	0 6	6 5	5 6	0 6	– 9 5	
– 2 5	– 6 7	0 8	– 5 8	3 10	8 6	– 6 9	– 6 7	3 5	2 7	0 8	0 5	
1 5	– 1 6	– 3 6	– 4 5	– 2 5	– 4 5	– 6 5	– 8 6	– 3 5	0 5	6 5	– 3 10	
4 9	2 6	– 4 6	4 5	0 8	0 8	4 6	1 8	– 4 6	– 3 5	– 1 6	– 2 5	
– 4 5	– 2 6	1 5										$\frac{179}{174}$

№ 15. Золотоноша (64) — Житнегоры (35).

– 7 8	–9* 12	–10* 14	–15* 20	–15* 20	–10* 20	9 12	3 12	4 6	9 12	9 6	– 8* 6
12 12	0 8	– 4 8	– 4 6	–9* 12	– 9* 12	– 5 12	0 6	0 20	0 20	0 20	–10* 6
36* 16	0 6	11 8	– 5 12	16* 12	13* 6	13* 6	19* 12	22* 12	18* 8	4 6	4 6
14* 6	13* 6	–9* 12	13 6	6 6							

Житнегоры — Золотоноша.

0 14	– 4 10	5 10	– 5 6	– 4 5	0 8	– 5 6	– 4 14	– 1 12	–26 10	– 1 6	–28 20	
– 7 8	0 14	0 6	–10 10	– 8 6	– 3 6	0 10	0 10	0 6	–11 12			$-\frac{53}{44}$

№ 16. Золотоноша (64) — Миргородъ (62).

0* 12	–5* 6	4 6	4 6	–11* 20	5 6	–20* 20	0* 6	3 6	–4* 6	2 6	0 8
0 6	–5* 12	20* 20	13* 6	4 6	–6* 12	3 12	21* 12	9* 6	9* 8	11* 6	9* 6
9* 6	–4* 6	17* 12	11* 6	4 6	9* 6	4 6	17* 12	9* 6	12* 8	29* 18	5 8
0 20	0 12	0 12	11* 6	–16* 6	–9* 6	7 6	1 6	9* 6	12* 8	17* 12	13* 12
0 8	–4* 6	6 8	4 6	4 6	–11* 20	8 6	0 12	0 12	9* 12	–7* 6	4 12

Миргородъ — Золотоноша.

4 5	7 5	4 5	5 7	4 5	4 5	4 5	4 5	7 5	7 5	9 6	4 5	
12 6	0 5	− 4 5	8 5	7 5	0 9	5 7	3 9	0 9	0 6	0 5	0 5	
1 6												$\frac{167}{50}$

№ 17. Казатинъ (45) — Кагарлыкъ (34).

7 12	2 8	20 18	7 6	7 6	7 6	0 6	14 12	8 7	− 2 14	0 8	0 5	

Кагарлыкъ — Казатинъ.

0 6	0 6	0 6	− 1* 7	0 6	3 6	5* 8	5* 8	0 6	0 6	3 6	3 6	
−10* 6	−12* 7	− 7* 6	− 7* 6	6* 6	− 4* 6	− 3* 5	3 6	10* 6	10* 6	7* 6	6* 6	
0 6	4 6	14* 8	10* 6									$\frac{86}{24}$

№ 18. Кагарлыкъ (34) — Лубны (гимназія) (60).

0 6	−7* 20	0 20	3 6	3 6	16* 10	−10* 6	2 6	− 6* 6	− 6 6	3 6	− 6 6	
− 2 6	1 8	6 6	−10* 8	0 5	0 8	− 3 6	3 5	3 6	1 6	0 5	0 7	
0 7	3 6	1 5	6 10	− 1 6	− 2 6	11* 6						

Лубны (гимназія) — Кагарлыкъ.

− 9 6	− 8 5	0 5	− 6 5	1 9	3 5	− 4 8	3 6	4 7	0 5	0 10	4 11	
0 9	0 8	8 7	−11 7	− 9 6	− 8 7	− 8 5	− 5 5	− 5 5	5 5	− 3 6	0 5	
0 6												$-\frac{33}{50}$

№ 19. Кагарлыкъ (34) — Коростышевъ (33).

4 6	4 6	6 6	5 8	5 8	5 8	0 8	2 6	11 6	4 6	0 8	8 6	
6 6	4 6	8 6	9 7	0 8	0 6	0 8	0 8	0 10	5 8	5 8	4 6	
8 6	10 8	1 8	0 6	− 2 6	3 6	1 6	− 8 6	− 3 6	− 2 7	− 3 7	3 5	
0 6	4 6	0 6	0 8	4 6	6 6	8 6	− 2 6	− 4 6	− 2 6	0 6		

Коростышевъ — Кагарлыкъ.

6 10	− 3 10	0 5	− 3 5	20* 16	20* 16	−38* 18	−12* 20	0 5	0 12	4 6	− 4 6	
−6* 10	0 5	0 7	8 6	− 4 7	−13* 16	11* 18	−20* 16	9 7	0 5	5 8	0 6	
0 9	8 6	11* 6	9 5	7 5	4 6	− 8* 12	0 14	8 6	10 8	0 14	20* 16	
2 8	10 8	0 10	8 14	0 14	13* 20	18* 20	23* 12	5 8	− 2 6	0 8	9 5	
26* 20	5 8	0 16	0 18	0 12	11* 18	9 16	1 6	4 6	0 18	− 2 12	8 12	
0 16	0 16	0 16	13* 10									238/94

№ 20. Рециковщина (63) — Кіевъ (32).

10 7	5 8	0 6	0 6	3 5	0 12	0 14	0 12	0 12	2 14	8 17	0 12	
0 14	0 17	0 17	7 10	− 9 7	0 7	0 7	− 4 9	−10 7	8 5	2 5	11 8	
9 10	8 6	12 9	8 6	8 7	8 12	8 6	27 12	28 17	2 7			

Кіевъ — Рециковщина.

− 2* 6	0* 6	−15* 11	−11* 8	2* 6	− 3* 9	−10* 7	3* 5	− 4* 6	− 8* 6	− 7 5	− 8* 6	
− 8* 6	− 4* 6	−12* 9	− 8* 12	− 7 7	−12* 8	− 7 12	− 8* 6	− 7 5	−19* 10	− 8* 6	− 1* 9	
−10* 7	− 6 6	− 8* 6	4* 6	− 7 5	− 7 7	2* 5	− 7 5	−11* 8	− 7 5	−12* 9	− 6 7	
−11* 8	− 7 5	− 7 5	− 7 5	−21* 9	3* 6	−2* 5	1* 5	− 6 5	2* 7	− 4* 6	5* 5	
− 8* 6	5* 5	− 3* 5	−10* 7	− 8* 6	2* 7	−8* 6	− 7 5	− 7 5	−12* 9	− 8* 6	− 9* 13	
−12* 9	− 8* 6	−11* 8	1* 8	− 8* 6	2* 5	6* 5	− 7 5	−12* 9	−10* 7	− 8* 6	−10* 7	
− 8* 6	− 8* 6	− 2* 6	− 1* 5	− 6 6	− 4* 6	−1* 5	− 6 6	− 7 5	− 8* 6	− 6 5	−11* 8	
−12* 9	−10* 7	−11* 8	− 8 6	−11* 8	− 8 6	− 8 6	−10* 7	− 8 6	− 8 6	−12* 9	− 7 5	
− 7 5	− 8 6	− 8 6	−11* 5	− 7 5	− 7 5	− 8 6	−11* 8	−11* 8	−10* 7	− 8 6		− 90/68

№ 21. Миргородъ (62) — Должикъ (88).

6 5	0 6	2 5	2 6	− 1 5	− 4 20	− 6 5	− 3 6	0 5				

Должикъ — Миргородъ.

− 5* 8	−4* 5	−5* 8	− 2* 8	− 3* 9	−4* 10	0 10	0 10	0 10	4* 10	3* 9	2* 6	
2* 7	5* 8	3* 5	1* 5	3* 6	3* 5	−1* 10	2* 10	6* 8	0 6	10* 5	−6* 7	
4* 6	7* 10	2* 10	0 8	4* 5	5* 8	1* 5	7* 7	−5* 9	2* 6	5* 8	3* 5	
− 4* 6	−3* 5	−3* 8	0 6	0 7	−5* 8	−7* 7	−5* 9	0 5	0 7	0* 9	−3* 5	
0* 7	−3* 8	−9* 10	− 3* 5	− 5* 8	−10* 7	7* 5	3* 5	−3* 5	9* 5	21* 9	−2* 10	
−18* 10												− 4/18

№ 22. Миргородъ (62) — Ивановская опытная станція (85).

− 5 5	1 6	− 2 5	0 6	− 2 5	0 20	− 5 5	− 6 6	− 1 5				

Ивановская опытная станція — Миргородъ.

− 3* 10	6* 12	0* 20	4* 14	7* 10	2 8	3* 5	5* 5	4* 7	9* 5	3* 5	0* 14	
0* 8	3* 11	7* 8	3* 6	3* 11	2 5	6* 6	−1* 5	0* 6	4* 5	10* 10	11* 8	
24* 16	9* 8	2 12	11* 7	5* 6	7* 12	2 15	−7* 7	4* 5	7* 10	6* 6	11* 11	
5* 8	11* 17	7* 10	7* 14	−2* 5	−1* 6	12* 12	9* 17	7* 12	−4* 7	0* 6	8* 8	
0* 6	1* 8	2 9	0* 7	0* 12	−4* 6	−3* 7	−6* 12	0* 5	−14* 14	0* 6	3* 7	
− 3* 5	−8* 15	−8* 15	−11* 16	−12* 18	4* 7	--6* 12	−1* 5	−3* 14	−6* 12	2 8	3* 7	
1* 7	−2* 8	7* 8	2 5	2 5	12* 6	0* 8	−7* 8	−10* 14	−8* 5	−3* 5	1* 7	
9* 5	−3* 6	0* 7	6* 7	4* 7	2 5	1* 7	0* 6	3* 8	−2* 5	5* 5	1* 5	
3* 5	8* 9	11* 11	9* 11	−2* 11	−3* 6	12* 7	9* 9	5* 9	−4* 9			$-\frac{1}{18}$

№ 23. Миргородъ (62) — Згуровка (58).

0 5	3* 5	4* 7	1 5	0 5	2 5	− 1 5	− 3* 5	2 5	0 5	0 5	− 1 5	
0 8	1 5	0 5	−3* 5	6* 5	7* 6	5* 9	0 5	3* 5	3* 5	− 2 5	0 5	
3* 5	−3* 5	0 6	−3* 5	0 6	3* 5	0 5	0 8	4* 7	− 4* 5	−5* 9	4* 12	
4* 6	0 5	−3* 5	0 7	−3* 9	0 5	0 5	−10* 6	− 4* 6	6* 5	0 5	4* 6	
0 8	0 7	−3* 5	−11* 7									

Згуровка — Миргородъ.

2 6	5 8	− 3 6	− 2 9	− 5 8	3 5	9 6	2 6	0 10	1 5	− 6 10	4 8	
3 5	7 7	3 5	3 6	6 6	3 7	0 6	3 6	3 6	0 8	− 3 5	4 7	
− 5 5	− 1 5											$\frac{38}{52}$

№ 24. Лубны (гимназія) (60) — Щастновка (54).

0 7	0 9	0 7	0 12	0 5	0 5	0 5	3 5	1 5	− 2* 5	0 8	0 8	
3 9	5* 8	1 7	3 6	0 7	0 8	3 6	3 5	4* 6	7* 6	− 3* 5	9* 5	
4* 5	6* 5	4* 7	2 6	0 6	0 6	0 6	4* 6	4* 6	0 5	3 6	− 4* 5	
4* 6	− 7* 5	− 3* 6	0 6	− 3* 5	1 5	8* 5	4* 6	0 7				

Щастновка — Лубны (гимназія).

5 6	0 8	– 3 14	3 8	– 8 12	0 10	– 3 7	– 3 7	3 8	8 12	0 14	4 6	
4 7	0 8	0 10	– 15 8	0 6	– 4 7	3 9	0 6	3 5	6 10	12 10	0 5	
0 5	– 4 6	6 5										40/54

№ 25. Должикъ (88) — Лохвица (59).

0* 5	0* 8	7* 8	10* 9	11* 10	11* 10	8* 10	5* 10	5* 10	5* 9	3 6	0* 5	
9* 8	5* 5	1 5	4* 6	1 6	5* 5	7* 5	11* 10	5* 10	0* 8	– 3* 5	4* 7	
–3* 5	– 3* 5	0* 6	3 5	– 1* 6	0 7	– 4* 8	1 7	3 5	–2* 5	3 9	0 6	
0 10	0 10	14* 9	– 3* 5	0 5	0 8	11* 10	–8* 7	–10* 9	–6* 8	– 7* 6	0 5	
0 8	– 3* 5	0 8	0 7	0 9	– 5* 9	7* 7	0 5	– 5* 10	0 7	0 8	0 10	
3 5	11* 8	0 7	5* 5	4* 5	3 5	3 5	0 5	0 10	–9* 10			

Лохвица — Должикъ.

3 14	0 8	– 1 8	0 12	– 2 14	23 16	9 6	– 11 8	0 8	0 16	10 18	13 6	
1 6	6 12	7 6	3 8	– 1 6	– 6 14	– 6 10	9 8	7 6	– 6 6	– 3 8	0 8	
0 6	– 4 6	0 6	11 6									86/56

№ 26. Рубежное (86) — Тростянецъ (84).

– 3 5	– 3 5	3 5	0 5	6 5	6 5	6 5	6 5	–10 17	6 5	8 5	– 9 7

Тростянецъ — Рубежное.

–44* 20	– 8* 10	8* 14	–14* 10	0 10	–21* 20	–12* 20	25* 20	0 6	9* 14	2 10	0 6	
7 6	25* 20	2 5	9* 10	25* 20	25* 20	11* 6	6 10	12* 20	4 10	8* 20	21* 20	
0 6	– 6* 6	–5* 20	15* 20	– 2 6	– 8* 20	3 6	–5* 6	–10* 10	7 14			45/24

№ 27. Коростышевъ (33) — Щастновка (54).

3 10	–8* 6	–20* 20	– 5 10	3 8	1 5	0 6	0 6	– 6 6	–9* 10	– 2 5	– 1 6
– 3 7	– 1 5	– 5 7	2 6	– 2 6	0 7	0 16	– 5 10	11* 16	1 10		

Щастновка — Коростышевъ.

1 7	8 6	7 7	1 6	6 7	− 2 5	− 3 6	0 6	− 2 8	− 7 8	− 3 8	− 2 8	
5 10	2 10	2.6	3 6	0 8	9 5							5/36

№ 28.

Лохвица (59) — Тростянецъ (84).

0 14	0 8	−19 14	2 8	0 8	4 6	8 12	4 6	− 8 6	−19 14	−12 10	0 8	
0 6	− 8 6	− 5 8	0 8	0 6	3 6	0 6	8 6					

Тростянецъ — Лохвица.

0 6	7 20	14* 10	14* 10	14* 10	24* 20	13* 20	13* 20	13* 20	7 10	5 8	19* 14	
21* 20	0 10	0 8	0 20	11* 20	53* 20	−19* 14	−19* 14	− 6* 10	0 6	0 6	0 8	
− 6* 8	0 8	0 6	0 8	0 20	−4* 20	−26* 20	0 10	0 14	0 6	−6* 10	14* 10	
− 5* 6	−8* 6	11* 8	0 8	6 6	−3* 8	0 8	− 9* 6					− 17/40

№ 29.

Лохвица (59) — Щастновка (54).

0* 8	0* 6	2 6	18* 14	4 6	10 12	13* 10	10 8	23* 12	27* 14	21* 12	8 6	
7 8	7 6	0* 16	4 18	2 8	5 8	0* 6	0* 6	8 8	7 10	3 10	0* 16	
4 14	13* 8	0* 6	0* 14	− 2* 8	7 8							

Щастновка — Лохвица.

−21 14	0 14	0 6	0 5	0 7	0 7	− 4 7	− 21 8	0 12	− 6 10	− 9 7	4 6	
4 7	− 4 10	3 5										34/30

№ 30.

Тростянецъ (84) — Казачье (77).

−41* 20	− 7 10	4 14	3 10	−12 10	12 10	−47* 20	13 6	12 10	13 6	7 6	4 6	
11 14	0 10	13 10	− 2 8	− 6 10	18 10	11 6	7 6	15 20	1 5	6 10	43* 20	
33* 20	24* 10	7 6	13 6	8 20	24 20	− 2 6	− 5 20	7 6	16 14			

Казачье — Тростянецъ.

0 5	0 7	0 7	0 7	0 7	0 12	0 12	0 12	0 12	0 9	0 7	0 5	
4 7	8 7	4 5	0 5	0 5	− 1 7	0 7	0 7	15 7	− 8 7	0 12	0 5	
− 7 17	0 5	0 5	2 5	0 5								208/58

№ 31. Тростянецъ (84) — Малый Самборъ (53).

7* 6	11* 10	0* 6	0* 8	– 2* 8	3 6	4 8	–3* 6	–8* 10	–3* 6	–1* 10	6* 10
8* 14	8* 14	9* 10	11* 10	11* 10	10* 6	4 8	6* 10	10* 14	9* 8	8* 8	8* 10
6* 10	6* 10	6* 10	9* 20	0 20	– 2* 6	–8* 20	0 20	–2* 20	0 14	–2* 14	–2* 10
0 6	–3* 6	–4* 8	–10* 14	–20* 20	– 2* 10	0 14	–7* 6	10* 6	0 6	3 6	8* 6
4 6	7* 6	0 6	3 6	7* 6	3 6	3 6	9* 8				

Малый Самборъ — Тростянецъ.

– 6 5	– 1 5	0 7	– 3 5	0 5	1 5	– 3 5	– 4 7	1 5	– 4 8	– 3 6	– 7 6	
– 7 6	2 5	– 6 5										— 13/30

№ 32. Щастновка (54) — Конотопъ (52).

8 10	–17 14	2 6	9 5	8 7	– 4 7	– 5 8	– 11 6	9 8	9 7	11 6	8 7
5 5	14 10	– 8 10	4 7	– 9 14	– 13 8	7 6					

Конотопъ — Щастновка.

– 8 7	8 7	8 7	6 5	– 1 7	–18* 9	12* 5	0 5	4 7	5 5	– 5 7	– 5 9	
– 5 9	– 3 5	4 7	3 9	0 9	0 9	4 5	4 7	7 7				53/38

№ 33. Казачье (77) — Николаевка (Харьковская) (81).

1 5	0 7	0 7	0 7	0 7	0 12	0 12	0 12	0 12	4* 9	7* 7	5* 5
5* 7	4* 7	0 7	0 7	0 5	2 7	4* 7	3* 5	8* 7	4* 7	3* 5	9* 7
5* 9	2 12	1 12	5* 9	6* 12	5* 9	–4* 5	0 5	3* 5	0 5	0 5	0 5
0 7	–5* 5	0 7	0 7	–7* 7	–7* 7	–5* 12	– 1 5	0 17	0 12	– 4* 5	–10* 5
– 7* 5	0 5	2 5	10* 5								

Николаевка (Харьковская) — Казачье.

–23 14	– 6 10	4 10	0 6	– 3 10	0 10	13 10	0 8	2 6	11 8	4 5	3 7	
2 5	9 7	5 5	9 7	7 9	4 7	3 5	3 9	10 12	11 7	11 7	– 4 7	
– 6 12	6 9	– 1 9										81/54

№ 34. Казачье (77) — Коренево (73).

0* 9	− 3 5	4* 5	1* 7	0* 7	0* 7	0* 7	0* 12	0* 12	0* 12	0* 12	0* 9	
0* 7	0* 5	0* 7	0* 7	− 4 7	− 4 7	0* 5	0* 7	4* 7	3* 5	4* 7	8* 5	
− 4 7	3* 5	− 2* 5	− 1* 7	6* 7	− 3 9	− 4 12	− 4 12	− 5 9	− 4 12	− 4 9	− 8* 7	
− 3 7	0* 12	0* 17	0* 17	0* 7	− 6* 5	− 6* 5	− 6* 5	− 6 5	− 3 5	− 2* 7	− 2* 5	
− 5 5	0* 5	− 4 7	− 8* 9	−10* 9	−10* 9	−10* 9	−19* 17	−19* 17	−19* 17	− 6 5	0* 7	
− 4 5	−22* 17	−14* 12	− 2* 5	− 6 7	− 9* 12	−13* 12	−13* 12	− 8* 7	− 5 5	−10* 7	−12* 9	
0* 5	0* 5	0* 7	0* 7	− 8* 7	− 4 7	− 8* 5	− 8* 7	−14* 12	− 8* 5	− 5 5	−20* 17	
0* 5	− 7* 5	− 6 7	−11* 5	13* 7	− 6 5	− 6 5	−11* 8	− 8* 7	0* 5			

Коренево — Казачье.

− 9 12	1 6	18 8	11 8	12 10	7 6	0 8	− 6 6	9 6	5 8	6 5	1 6	
3 10	9 8	10 6	−11 10	− 7 14	2 6	− 1 6	− 3 6	6 14	7 10	4 8	−10 10	$-\frac{44}{48}$

№ 35. Угроѣды (83) — Малый Самборъ (53).

− 2* 5	3 6	3 6	3 6	3 6	5* 9	3 6	3 6	0* 6	5* 9	5 5	− 4* 6	
10* 5	7* 5	10* 6	5 9	4 8	6* 11	3 5	− 2* 6	2 5	− 3* 5	0* 5	5 5	
5 5	0* 6	4 9	0* 5	− 2* 5	8* 6	5 5	−12* 6					

Малый Самборъ — Угроѣды.

− 3 5	5 5	8 5	− 8 8	3 5	− 2 6	− 4 7	− 4 6	− 7 8	2 7	1 6	− 7 5	
− 3 5	− 5 5	3 5										$\frac{35}{30}$

№ 36. Угроѣды (83) — Богородицкое (74).

−6* 5	− 1 5	0 5	− 3* 5	2 5	0 5	− 3* 5	0 5	4 5	0 6	− 3* 9	0 5	
−6* 5	5* 5	− 6* 5	0 5	7* 6	7* 6	4 5	6* 5	9* 6	4 5	6* 6	0 9	
0 11	− 2 6	1 6	0 6	0 5	5* 9	3 5	0 5					

Богородицкое — Угроѣды.

− 1 5	5 6	3 5	− 1 9	6 5	− 2 5	− 1 5	− 3 6	− 1 5	4 5	6 7	− 3 9	
− 6 5	− 2 5	− 5 7	− 6 7	0 9	− 9 17	− 19 9						$-\frac{20}{38}$

№ 37. Сумы (82) — Конотопъ (52).

− 3 5	− 5 6	0 6	−11 14	0 10	0 10	0 6	− 4 10	0 10	0 20	5 6	− 5 5	
0 5	9 10	−12 6	− 3 7	− 6 8	− 2 7	− 8 10	−16 20	−21 20	− 5 7	− 5 7	− 4 6	
− 7 6	1 6	− 9 12	0 7	− 5 6	2 8	−11 8	− 8 10	− 8 10	− 4 5	− 4 5	− 8 10	
5 6	0 5	−10 5	0 6	5 6	5 6	5 7	− 3 7	4 6	16 14	−16 20	− 8 10	
− 8 10	−18 12											

Конотопъ — Сумы.

4 5	8* 5	−12* 9	−16* 9	− 4 7	8* 5	5 7	− 6 9	9* 5	3 5	− 4 5	− 4 5	
− 9* 7	− 5 7	− 5 7	0 5	− 9* 7	− 5 7	0 7	3 9	5 7	− 0 5	− 6 12	3 12	
13* 5	−18* 9	11* 5	1 7	0 7	7* 5	− 3 9	− 3 7	11* 5	1 5	0 7	− 4 5	
0 5	9* 7	7* 7	− 4 5	11* 5	− 5 7	0 7	0 9	8* 5	0 5	− 6 7	2 5	
4 5	1 5	10* 5	9* 7	3 5	0 7	0 9	− 2 7	0 5	− 5 7	− 6 5	−14* 5	
0 5	6 5	6 7	− 3 12	−11* 5	− 7 5	− 7 5	− 3 5	−11* 5	−8* 5	−13* 5	−15* 5	
−15* 7	0 5	11* 5	5 7									$-\frac{225}{100}$

№ 38. Сумы (82) — Курскъ (70).

− 3 6	19 10	−18 8	0 10	−13 10	3 8	8 6	4 6	10 12	2 9	10 20	4 12	
12 9	9 9	12 9	0 6	0 6	− 5 5	7 12	− 3 9	3 5	6 6	−18 8	16 10	
9 7	4 6	− 1 5	− 8 5	− 8 6	− 4 6	10 7	6 8	4 7	8 10	7 6	12 5	
3 5												

Курскъ — Сумы.

− 2 7	− 4 6	2 5	12* 5	− 4 11	− 13 10	− 5 5	11 6	9 6	9 5	4 6	− 3 5	
− 3 8	7 8	6 9	− 3 5	8 5	11 6	− 6 5	− 12 6	− 10 7	−11 9	7 6	1 5	
− 14 6	− 9 8	− 9 8	− 4 6	3 5	9 7	− 2 6	− 10 5	− 4 6	4 5	1 5	− 2 7	
5 5	−18* 9	− 6 6										$\frac{68}{74}$

№ 39. Кучеровъ Хуторъ (76) — Погожее (72).

0 6	2 6	0 10	− 6* 5	− 9* 5	2 8	− 3 5	− 2 12	− 5* 14	−7* 12	− 2 14	11* 7	
2 12	11* 8	1 5	8* 8	0 6	− 3 8	− 5* 9	− 3 5	− 4* 7	− 7* 12	0 7	0 9	
− 1 8	−10* 20	0 6	0 6	0 5	− 3 8	− 4* 6	−12* 14	−12* 17	− 4* 8	− 4* 6	0 9	

4 7	– 9* 7	0 6	– 2 5	4 5	8* 6	9* 5	8* 6	11* 6	5 9	2 7	4 10
3 9	8* 9	7 6	2 9	9* 12	23* 14	0 17	3 20	13* 8	11* 6	9* 6	9* 14
9* 5	14* 6	6 5	11* 10	2 12	– 4* 14	7 5	0 5	– 4* 6	7 6	14* 12	3 5
3 5	9* 9	17* 10	6 5	8* 5	8* 6						

Погожее — Кучеровъ Хуторъ.

–11 12	2 9	3 5	10 12	4 9	1 7	4 5	4 7	– 6 6	0 9	5 12	– 3 5	
3 9	4 5	3 8	4 5	2 5	6 5	0 6	3 6	0 5	4 5	3 9	9 9	
4 7	6 10	– 4 7	– 3 8	– 4 6	– 5 12	– 7 12	3 5	– 6 14	– 4 7	0 5	4 7	
6 5	6 5	– 4 12	–12 14									90/80

№ 40. Каменная Степь (103) — Воронежъ (Кадет. корп.) (99).

9* 14	21* 9	4* 12	23* 20	11* 20	–6* 9	11* 20	0* 20	– 3* 20	– 8* 9	–15* 14	–11* 20	
– 2* 14	– 5* 7	3* 9	9* 14	13* 20	11* 20	4* 9	3* 14	0* 20	2* 20	0* 20	13* 20	
17* 20	– 4* 7	–8* 20	11* 20	0* 20	–3* 20	–13* 20	–9* 20	8* 12	3* 20	13* 20	10* 20	
3* 20	13* 20	9* 14	12* 14	7* 9	9* 5	3* 5	4* 9	0* 5	0* 5	0* 7	0* 14	
9* 9	2* 5	–3* 5	– 3* 9	0* 20	0* 12	3* 7	2* 9	8* 12	11* 20	– 2* 7	0* 12	
0* 12	22* 20	0* 5	0* 7	–2* 9	0* 20	0* 20	0* 12	– 4* 20	– 8* 20	– 2* 20	–13* 20	
– 4* 20	– 9* 5	12* 12	– 2* 5	–7* 14	–2* 14	4* 9	–4* 20	–13* 20	–17* 20	– 5* 9	–13* 7	
– 2* 7	– 6* 9	–9* 14	–13* 20	5* 7	0* 12	0* 20	–2* 12	3* 12	9* 9	2* 5	5* 7	
10* 20	0* 12	–3* 9	2* 5	3* 5	1* 7	12* 5	2* 5	– 1* 5	– 4* 7	– 4* 5	1* 5	
13* 7	13* 12	3* 5	19* 28	17* 28	12* 28	6* 5	–2* 5	–13* 5	1* 7	12* 6	10* 5	
6* 7	3* 5	4* 12	7* 9	9* 7	7* 7	6* 9	13* 5	– 9* 7				0/0 [1]

№ 41. Бобровъ (102) — Калиновскій Хуторъ (101).

– 14* 9	– 7* 7	– 4 6	– 3 8	4 9	– 3 8	4 5	– 1 5	0 8	6* 6	0 5	– 4 9
– 7* 8	5 7	0 13	3 6	– 3 9	0 5	0 5	7* 5	8* 5	6 5	– 5 5	–9* 5
0 5	– 6 5	0 5	4 5	3 6	0 7	–10* 11	0 11	0 12	– 5 6	0 5	–8* 10
1 6	0 5	– 6 9	8* 6	0 6	12* 6	3 6	0 10	0 7	6 7	– 3 8	– 4 10
– 4 5	0 5	0 5	4 5	0 6	– 3 6	0 7	3 8	– 1 5	–7* 5	3 6	3 5
4 6	1 5	– 2 7	2 6	12* 8							

1) Скорость вѣтра на станціи «Воронежъ» ненадежна (флюгеръ старой конструкціи); поэтому для обратнаго направленія «Воронежъ — Каменная Степь» таблица не составлена.

Калиновскій Хуторъ — Бобровъ.

0 8	2 6	0 6	0 6	0 6	2 6	0 6	0 8	2 10	10 6	15 12	8 10	
2 8	− 4 8	6 8	10 10	11 6	− 5 14	− 6 8	2 6	− 4 6	− 4 6	− 4 6	−10 6	
− 7 6	3 6	6 8	0 6	− 1 6	− 3 6	− 6 8	− 4 8	4 6	7 12	− 6 12	7 6	
10 8	− 3 6	2 10	8 10	13 8	− 3 8	− 2 6	13 6	9 6	0 6	11 6	13 8	
− 5 6	0 8	−13 16	1 16									89/104

№ 42. Бобровъ (102) — Нижнедѣвитскъ (100).

− 6 5	− 3 8	0 5	0 7	− 4 7	0 7	− 2 6	− 4 6	− 1 6	0 7	− 3 7	0 5
− 5 7	1 6	2 6	0 6	0 6	0 9	0 6	− 2 5	− 4 8	0 8	− 3 7	0 5
0 8	− 9 8	− 2 8	− 4 8	− 3 5	0 6	− 1 5	− 7 5	1 7	− 2 7	0 6	12 6
− 2 5	− 6 9	2 7	4 7	− 7 5	3 5	0 7	− 3 7	0 9	− 4 6	− 3 5	− 3 5
− 5 7	− 6 11	−15 7									

Нижнедѣвитскъ — Бобровъ.

2 6	− 5 8	− 9* 5	0 7	5 8	− 3 6	3 5	4 6	− 2 6	0 6	− 3 6	− 4 6	
0 5	3 6	0 5	8* 6	− 1 5	4 7	− 3 5	− 9* 5	0 7	−10* 5	5 5	3 5	
0 9	4 5	6* 7	− 1 10	3 5	0 5	6* 6	− 6 5	−16* 6	− 2 6	4 6	0 5	
0 6	0 8	3 8	0 6	4 8	5 8	4 8	− 6 5	6 5	0 9	2 5	0 7	
0 9	0 6	2 6	− 1 6	− 1 5	0 6	− 3 8	− 5 6	0 5	2 6			− 72/102

№ 43. Рождественское Гуево (75) — Богородицкое (74).

−21* 14	0 10	0 10	− 5* 6	− 3* 9	0 10	− 6* 6	4* 9	−7* 8	− 2* 5	6* 14	− 8* 9
−10* 9	−8* 14	0 20	7* 7	10* 14	0 5	− 1 7	2 5	−4* 7	4* 7	1 5	4* 5
11* 14	5* 5	5* 7	2 9	11* 5	3* 5	− 8* 9	− 1 9	3* 5	1 9	9* 9	0 5
0 5	8* 7	13* 12	4* 9	8* 9	9* 14	6* 5	2 5	6* 5	−18* 20	− 2 5	4* 7
1 7	0 12	− 2 6	13* 6	0 6	−3* 8	0 8	− 3* 6	−3* 5	0 12	2 16	−34* 16
− 3* 5	− 2 8	−4* 8	− 1 6	4* 6	9* 8	− 4* 8	− 3* 8	−7* 16	15* 8		

Богородицкое — Рождественское Гуево.

1 5	3 6	5 5	10 5	4 6	10 9	0 9	0 5	0 7	0 5	0 5	− 3 5	
0 5	3 5	0 7	− 10 9	0 5	0 5	− 3 5	9 5	8 7	6 9	0 7	− 2 9	43/48

№ 44. Рождественское Гуево (75) — Конотопъ (52).

2 5	3 5	3 6	0 5	0 5	3 6	4 7	4 8	6 10	4 8	− 1 8	0 5	
0 5	3 5	1 5	3 5	3 5	3 5	− 2 5						

Конотопъ — Рождественское Гуево.

− 9* 9	− 2 9	− 4* 7	− 3* 5	− 3* 5	− 3* 5	4* 7	−9* 5	− 4* 5	−16* 7	− 8* 7	− 4* 7	
− 6* 5	−8* 7	− 3 7	4* 7	6* 9	3* 7	− 3 5	−7* 12	− 1* 12	− 2 5	2* 7	1* 9	
0* 7	− 3 7	2* 9	− 5* 5	− 7* 9	− 1* 7	10* 5	0* 5	4* 7	− 3 5	4* 7	4* 7	
− 3 5	3* 5	− 4* 7	− 5* 9	− 3 5	− 3 5	− 9* 5	−8* 7	− 4* 5	−10* 7	− 3 5	− 2 7	
− 4* 7	2* 7	− 3 5	− 2 5	2* 7	3* 5	3* 5	4* 5	11* 9	− 6* 5	− 8* 7	−4* 7	
3* 5	−9* 5	10* 9	− 4* 7	− 4* 7	3* 5	− 3 5	−6* 5	− 3 5	− 4* 7	0* 12	−5* 12	
− 3 5	− 3 5	−12* 7	− 7* 5	0* 5	0* 5	0* 5	− 3 5	− 7* 5	0* 5	− 5* 5	−4* 7	
0* 5	0* 5	− 4* 7	− 3 5									$-\frac{14}{38}$

№ 45. Малый Самборъ (53) — Коренево (73).

1 5	− 10 8	− 10 8	− 7 9	12 5	− 8 6	− 4 6	− 5 8	− 2 7	− 1 5	5 6	− 6 5	

Коренево — Малый Самборъ.

− 4* 6	0* 6	1* 12	1* 8	6 10	9* 14	9* 14	9 14	9 14	10* 10	12* 10	25* 20	
17* 14	12* 10	15* 14	8 8	15* 6	10* 20	4* 6	12* 20	6 10	17* 20	4* 6	0* 6	
− 4* 8	−10* 10	6 6	25* 14	13* 6	26* 14	15* 8	8 6	8 6	5* 6	12* 14	17* 14	
10* 10	9 14	25* 20	25* 20	12* 10	5* 6	0* 6	0* 6	−4* 6	0* 6	10* 8	1* 6	
2* 10	11* 12	17* 14	21* 10	4* 6	9 14	−15* 7	15* 6	−13* 10	1* 6	−4* 6	6 6	
8 6	0* 6	− 2* 6	−25* 10									$\frac{57}{24}$

№ 46. Коренево (73) — Погожее (72).

4 8	0 6	8 8	− 1 8	3 20	2 10	2 6	5 5	6 6	13 20	15 8	10 8
13 10	4 10	5 20	14 10								

Погожее — Коренево.

−10* 12	0 9	0 5	0 12	0 9	0 7	0 5	0 7	− 4 9	− 1 12	− 3 5	1* 9	
0 6	3* 6	− 5* 9	− 4 7	− 3 5	− 1 14	−11* 7	− 4 7	0 12				83/32

№ 47. Нижнедѣвитскъ (100) — Курскъ (70).

8 6	1 6	0 5	0 5	3 5	4 6	6 5	1 5	− 1 5	3 6	1 7	0 8
0 8	0 17	0 7	11 10	4 7	0 6	0 10	6 12	− 2 8	0 5	− 3 6	− 2 5
0 6	0 5	0 5	− 5 8	3 17	7 8	2 6	4 6	6 5	− 6 5	− 8 5	− 1 10
− 4 5	− 2 5	0 7	−22 17								

Курскъ — Нижнедѣвитскъ.

−4* 7	− 8* 5	3* 6	−7* 5	−15* 11	− 4 6	2 10	0 8	− 2 5	0 5	3* 5	0 10	
− 3 11	−11* 10	− 3 14	0 7	− 4 7	−7* 6	3* 5	3* 7	− 9* 8	−5* 5	1 6	5* 7	
6* 11	2 5	0 6	3* 5	1 8	2 5	0 5	2 5	3* 8	−6* 5	−7* 13	− 2 14	
0 8	0 6	3* 7	0 9	− 4 7	− 3 6	8* 7	0 10	0 8	− 3 10	0 12	4* 5	
4* 9	2 10	1 12	− 1 11	−7* 6	1 5	−5* 9	− 4 7	− 3 5	−10* 6	4* 6	10* 9	
−8* 7	1 5	− 2 5	5* 5	5* 6	4* 7	− 1 6	−5* 7	1 6	− 3 6	− 1 8	2 5	− 11/80

№ 48. Погожее (72) — Конь-Колодезь (97).

− 6 5	10 7	− 6 5	−15* 12	− 2 12	11* 7	− 2 5	5 9	3 6	8 12	2 5	3 10
3 9	8 7	11 9	6 7	6 10	5 12	5 9	6 17	8 12	1 5	− 9* 5	−9* 9
− 3 6	2 5	4 8	9 8	8 5	15* 12	6 5	−10* 7	−10* 7	−8* 5	6 6	− 1 5
− 5 8	− 4 12	0 17	− 6 5	18* 14	− 8* 5	4 6	0 5	3 5	5 5	16* 7	− 7 8
0 5											

Конь-Колодезь — Погожее.

11 7	0 7	2 5	7 6	1 5	−10 10	−15 12	−35 17	− 8 5	6 7	0 5	− 3 5	
− 1 5	− 3 8	− 5 5	− 4 6	9 5	1 5	0 6	− 6 7	− 5 7	−13 8	− 8 7	0 5	
0 10	0 6	− 3 10	− 6 5	− 11 5	0 5	2 9	3 7	1 5	5 8	− 1 8	− 8 10	
−12 10	− 11 9											− 25/76

№ 49. Погожее (72) — Уютное (69).

6 5	— 2 12	— 3* 5	— 9* 5	—4* 9	—5* 5	— 8* 12	0 5	3 9	0 7	— 4* 7	0 5	
0 7	— 4* 7	4 7	0 9	2 5	— 2 5	8* 5	8* 7	6 7	17* 12	3 6	2 9	
0 5	— 4* 7	0 7	4 9	1 7	— 1 5	6 12	0 5	0 9	0 12	11* 12	17* 17	
4 7	14* 12	11* 5	9* 5	6 5	1 5	3 5	12* 17	14* 12	7 8	2 8	0 7	
5 9	0 12	0 12	2 12	3 12	0 12	10* 12	9* 12	0 17	— 1 5	0 5	9* 9	
18* 12	18* 12	— 3* 5	— 5* 10	0 7	0 12	0 9	— 4* 7	— 4* 7	— 3 6	— 3 5	2 9	
1 5	2 5	— 2 5	— 1 9	3 7	6 5	2 9	2 9	— 3 5	13* 9	0 5	8* 5	
— 9* 8	—14* 12	4 10	7 5	2 5	6 5	6 7	1 9	— 5* 5	— 9* 9			

Уютное — Погожее.

— 3 5	— 2 8	— 3 6	0 5	0 7	—10 10	— 3 6	— 8 7	3 6	— 3 10	2 5	— 5 8	
— 6 9	— 5 14	— 5 14	— 1 6	0 6	0 9	0 7	— 3 7	5 5	— 3 5	— 2 5	2 5	
3 6	0 5	3 5	6 7	3 6	3 5	3 5	6 6	6 5	14 7	0 20	3 20	
7 8	13 8	8 5	10 9	4 8	6 5	4 7	8 10	10 10	3 5	5 9	5 8	
— 6 10	7 5	9 5	10 5	7 7	3 6	— 3 5	4 9	4 7	— 1 5	10 7	5 5	
4 7												232/122

№ 50. Глуховъ (51) — Курскъ (70).

— 4 7	— 2 6	3 6	7 6	5 9	4 8	2 5	1 6	— 3 9	—15 20	0 17	— 8 14	
6 7	0 7	5 9	— 1 5	2 5	4 7	0 5	— 2 8					

Курскъ — Глуховъ.

5* 6	3* 5	2* 9	0 6	0 5	0 6	0 6	0 8	0 5	0 5	0 6	—2* 7	
0 7	3* 6	1* 7	6* 6	4* 7	3* 6	3* 7	0 8	0 7	5* 6	7* 12	5* 5	
— 4* 5	—9* 11	—14* 10	0 5	0 5	4* 5	5* 5	4* 8	4* 8	6* 10	6* 10	4* 8	
— 3* 6	0 10	— 7* 12	— 3* 6	— 4* 7	— 4* 8	1* 11	— 1* 8	— 3* 6	0 6	—3* 5	—3* 6	
— 3* 8	0 7	0 5	2* 6	— 2* 7	— 8* 6	3* 5	— 3* 8	— 4* 8	0 8	4* 7	6* 10	
7* 8	—3* 5	— 6* 6	— 2* 8	4* 8	0 10	— 1* 9	0 5	1* 6	6* 6	—8* 7	—8* 6	
— 3* 6	0* 6	4* 5	— 8* 5	0* 6	0* 11	7* 9	— 8* 6	4* 7	1* 6	0* 7	2* 6	
7* 7	2* 5	— 2* 7	0* 7	0* 8	— 6* 12							4/40

№ 51. Уварово (30) — Козловъ (26).

5* 5	4* 6	4* 7	0* 10	−9* 8	0* 7	− 2* 8	0* 10	− 2* 8	0 10	0 10	0 14	
8* 14	0 9	0 14	0 20	0 20	2 10	16* 14	2 10	3 5	0 14	−5* 8	4* 8	
0 14	−12* 20	−12* 20	0 6	0 8	0 10	− 3* 5	0 6	0 5	0 5	0 8	0 8	
8* 5	6* 6	− 2* 10	0 8	0 10	8* 14	5* 10	0 10	11* 6	11* 6	2 6	3 5	
9* 7	0 9	5* 9	4* 8	2 8	4* 8	− 5* 10	4* 7	0 8	10* 9	1 7	0 5	
4* 7	11* 7	10* 9	5* 9	8* 5	−3* 5	0 9	0 7	− 3* 5	4* 7	0 7	8* 5	
0 7	4* 7	0 14	−2* 5									

Козловъ — Уварово.

2 9	6 8	4 8	− 14 7	− 2 7	− 8 7	0 7	− 4 7	3 6	1 6	14 6	3 6	
− 8 6	− 3 5	− 4 7	− 4 6	− 8 12	2 8	− 3 6	− 3 6	− 1 6	− 11 8	− 2 5	− 6 5	
7 6	− 3 6	0 6	− 5 8	−10 14	0 14	0 14	− 9 6	−15 9	0 8	− 3 5		$-\frac{69}{70}$

№ 52. Ваганичи (48) — Новгородъ-Сѣверскъ (49).

10 5	− 5 5	− 6 7	− 2 5	0 5	− 4 6	3 5	− 5 5	8 5				

Новгородъ-Сѣверскъ — Ваганичи.

4 5	6 9	4 5	5 7	8 5	6 5	7 10	− 1* 5	0* 5	4 6	17* 8	3 5	
0* 5	0* 7	11* 5	10* 5	17* 8	11* 5	− 3* 7	−11* 5					$\frac{46}{18}$

№ 53. Новгородъ-Сѣверскъ (49) — Уютное (69).

− 6 5	10 5	2 8	− 4 7	3 5	9 7	1 8	4 5	1 6	6 5	3 7	2 5	
−19 12	− 7 17	0 5	4 6	− 2 6	4 10	− 6 13	10 5	− 3 9	− 8 9	5 6	8 7	
16 10												

Уютное — Новгородъ-Сѣверскъ.

7* 6	5 7	4 5	4 6	5 8	0* 5	4 7	4 6	4 7	4 7	0* 5	0* 8	
0* 7	9* 7	8* 9	6 6	5 7	2 8	9* 8	−11* 5	11* 8	7* 6	20* 14	0* 10	
18* 9	10* 10	0* 12	0* 10	0* 9	10* 7	7* 5	3 5	5 7	− 6* 5	0* 5	3 5	
6 5	4 8	11* 7	7* 7	9* 9	0* 7	− 5* 8	4 7	2 7	0 5	4 6	−16* 6	
− 3* 5	8* 6	− 5* 8	− 2* 8	5 7	4 6	6 9	2 5	0 6	−16* 10			$\frac{128}{50}$

№ 54. Конь-Колодезь (97) — Паньково (14).

−5 5	−17* 9	−3 5	−4 6	−5 5	−3 5	−8 5	−9 5	−10 9	−9 9	0 7	−6 8
−4 9	5 9	4 7	7 5	19* 10	−9 8	−11* 10	3 7	2 7	−3 5	−7 6	−5 7
−1 6	−6 9	−12* 9	−2 9	13* 9	8 6	−16* 9	−9 5	−3 8	5 5	2 5	10 6
0 6	0 8	−3 8	3 7	0 8	−9 8	−4 7	17* 7	−4 6	−7 7	2 8	−3 5
−16* 7	−14* 8	−3 5	3 5	4 7	7 8	5 8	4 7	3 5	9 5	17* 8	4 6
−2 8	−7 5	4 6	3 5	1 6	4 7	9 7	15* 9	0 5	−3 5	−11* 7	−4 5
8 5	6 5	8 7	15* 8	6 5							

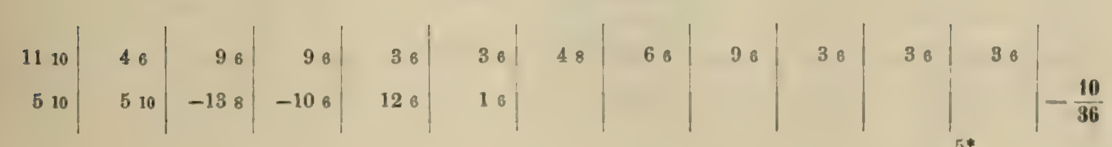
Паньково — Конь-Колодезь.

5 7	6 7	−17 9	−1 8	−14 10	5 5	−10 8	−18 9	14 6	16 10	6 9	2 6	
10 7	11 5	−7 7	0 10	13 12	8 6	−4 8	−3 10	−7 8	−7 12	−11 10	0 10	
7 6	12 5	11 5	7 9	12 10	5 10	−3 8	−4 6	−13 8	−18 9	5 5	−14 10	
−12 10	−9 9	−6 10	−9 10	−10 10	−4 6	6 6	−7 5	−15 7	−17 10	12 5	1 5	
−8 5	−9 6	−4 8	4 8	8 10	4 6	9 10	−4 6	−9 8	−1 8	−5 5	−4 6	
−18 10	3 5	5 5	12 7									$-\frac{104}{128}$

№ 55. Поныри (68) — Елецъ (10).

4* 5	8* 5	0* 7	−5 9	−7* 5	−3* 5	−7* 7	−5 9	−4 7	1* 12	−6* 9	−5 9
−3* 6	−10* 5	−11* 9	−6* 6	−15* 12	−17* 12	−8* 9	−22* 25	0* 9	0* 7	−4 5	−15* 7
−5 5	−9* 9	−4 7	−7* 7	10* 5	4* 9	−9* 6	−5 5	−5 5	−7* 9	−3* 5	0* 7
−4 7	7* 6	−5 6	−24* 20	−40* 25	−1* 5	0* 5	7* 5	−4 7	9* 9	9* 14	4* 12
0* 5	−1* 9	0* 16	−4 16	8* 5	−6* 12	−4 8	−5 5	−7* 7	−3* 6	−8* 5	−8* 5
−10* 5	−3* 5	−3* 5	−3 5	−3 6	−9* 9	−3 7	5* 5				

Елецъ — Поныри.



11 10	4 6	9 6	9 6	3 6	3 6	4 8	6 6	9 6	3 6	3 6	3 6	
5 10	5 10	−13 8	−10 6	12 6	1 6							$-\frac{10}{36}$

№ 56. Елецъ (10) — Скуратово (12).

12* 10	10* 6	10* 6	4 10	−9* 10	4 6	6 10	6 10	0* 20	0* 8	3 6	6 10	
11* 10	5 8	2* 8	6 6	4 6	5 10	5 10	9 10	20* 20	11* 20	11* 20	− 1* 6	
5 10	3 6	11* 20	11* 20	5 10	2 6	4 8	3 6	16* 20	12* 20	6 10	15* 10	
10* 6	7 6	18* 10	10* 8	1* 6	0* 10	4 8	4 6	10* 8	45* 20	2 8	0* 6	
5 10	10* 8	10* 8	9 10	7 6	3 6	− 1* 6	7 8	0* 8	0* 6	2 10	4 10	
7 6	− 10* 8	−7* 6	10* 8	−5* 8	0* 6	14* 8	5 10	1* 6	2 6	0* 6	6 8	
7 6	4 6	0* 6	11* 10	−6* 8	0* 8	0* 8	−1* 6	11* 6	6 6	9 8	9 6	
4 6	− 2* 6	11* 10	13* 10									

Скуратово — Елецъ.

− 3 6	5 6	− 1 6	− 10 7	− 6 9	0 10	−11 10	− 2 8	− 3 5	− 2 5	− 2 9	− 4 6	
− 8 7	− 2 5	− 6 7	3 5	4 7	0 6	3 9	− 3 14	− 6 5	− 6 5	− 6 5	− 6 5	
− 5 8	− 6 6	0 5	0 8	0 5	5 9	− 5 18	−16 18	0 8	−13 8	− 5 7	−10 5	
0 7	− 6 10	− 5 12	3 5									69/80

№ 57. Кирсановъ (28) — Козловъ (26).

0 6	18 8	11 20	0 10									

Козловъ — Кирсановъ.

7* 6	7* 6	11* 6	− 7* 6	− 7* 6	8* 7	0 8	−1* 6	7* 6	0 7	−4* 7	−11* 7	
0 7	5* 5	7* 6	4* 6	6* 6	3* 6	3* 6	−8* 7	3* 6	6* 10	5* 5	8* 5	
3* 5	0 6	− 3* 5	− 8* 6	−16* 7	8* 10	− 4* 6	4* 8	3* 6	6* 6	3* 6	3* 6	
5* 6	3* 7	−10* 6	10* 6	3* 5	−7* 6	− 7* 6	−8* 12	3* 12	3* 6	1* 10	− 9* 8	
− 2* 6	5* 7	13* 8	−11* 5	− 5* 5	−9* 8	−11* 6						29/8

№ 58. Козловъ (26) — Матчерка (23).

− 7* 6	− 8* 5	− 1* 6	−9* 6	−9* 8	− 3 6	− 3 6	1* 6	− 7* 6	−12* 6	4* 7	0* 8	
− 1 6	7* 6	8* 7	8* 5	7* 6	−6* 10	3* 5	−16* 7	− 5 10	3* 5	− 3 5	− 6* 6	
6* 5	−12* 6	− 5 8	− 5 10	− 5 10	− 3 14	− 4 6	− 6* 6	2* 6	− 2 7	− 7* 6	− 1 6	
− 3 6	− 6* 5	0* 9	−6* 6	−8* 6	−6* 6	− 1 6	−13* 6	−11* 12	0* 12	−13* 6	−13* 6	
− 9* 8	− 6* 6	− 2 7	9* 8	3* 5	−6* 8	8* 5						

Матчерка — Козловъ.

−3 6	10 9	10 9	6 5	13 12	20 9	−6 5	−10 9	8 7	6 7	6 5	8 7	
1 5	7 12	6 10										$\frac{36}{30}$

№ 59. Орелъ (7) — Жиздра (3).

−8* 6	−13* 10	−13* 10	1* 10	16* 10	7* 10	−10* 8	−13* 6	−28* 13	−6 8	−18* 14	−14* 14
3* 10	4* 6	−3 6	−12* 9	−2 8	−3 10	3* 10	1* 6	−7* 10	0* 10	−1 7	5* 10
0 6	1* 6	6* 8	−6 8	−10* 14	2* 6	0 8	0 8	6* 9	−3 6	−6 8	−6 9
−4 6	−6 8	0 6	−6 8	0 10	−6 8	0 8	−14* 6	2* 7	−3 8	−16* 12	0 5
−4 9	−4 10	7* 10	5* 10	6* 8	−5 7	−3 5	−4 5	0 6	−11* 6	−4 10	4* 10
1* 8	−6 13	3* 9	−7* 5	0 10	0 7	1* 7	−2 8	−3 7	−21* 10	4* 6	3* 5
−3 5	0 7	11* 16	7* 10	−29* 13	−11* 15	−11* 15					

Жиздра — Орелъ.

0 6	0 6	−3 5	−4 6	−6 5	−6 6	−6 5	−10 6	−5 8	4 5	−13 7	1 7	
3 5	0 5	−3 5	−4 5	−16 12	−6 5	−9 5	−13 10	−8 12	−7 6	−3 9	2 5	
−3 5	−7 5	−11 12	−5 7	−2 5	−7 5	6 5	3 12	9 9	5 7	−22 17		$-\frac{245}{70}$

№ 60. Ефремовъ (13) — Ряжскъ (18).

−13* 7	−11* 7	11* 9	6* 5	0* 7	−8* 9	−8* 7	−4* 7	−11* 7	−4* 9	3 5	12* 5
4* 7	1 5	0* 12	−5* 5	−12* 5	8* 7	17* 9	−7* 12	12* 7	4* 7	4* 12	7* 12
8* 7	−7* 7	−11* 9	−1* 7	6* 5	−11* 5	8* 9	9* 5	12* 7	−3* 7	6* 7	3 7
1 9	1 5	8* 7	6* 5	8* 7	16* 7	13* 7	5* 5	6* 5	15* 12	0* 5	4* 5
3 7	2 9	−1* 5	−5* 12	3 12	−8* 17	0* 17	6* 5	0* 7	0* 9	5* 5	7* 5
6* 5	−1* 5	−6* 5	0* 9	−3* 12	−1* 5	0* 5	0* 17	3 17	8* 9	15* 12	9* 9
−8* 7	5* 9	0* 5	5* 5	8* 9	16* 7	15* 7	−8* 7	−2* 9	0* 5	5* 5	8* 7
0* 5	4 7	0* 5	6* 5								

Ряжскъ — Ефремовъ.

−9 6	15 6	−6 6	−6 5	−6 5	−3 5	0 5	0 5	−8 6	−4 8			$-\frac{3}{20}$

№ 61. Данковъ (20) — Скуратово (12).

6 5	3 5	6 5	8 7	3 5	6 5	8 5	6 5	7 6	10 9	2 6	6 5	
9 8	7 6	0* 5	0* 5	11* 5	4 7	6 6	20* 12	15* 9	7 6	7 6	12 7	
5 7	6 7	6 5	10 7	14* 6	3 6	0* 8	4 7	3 6	4 7	7 6	4 7	
7 6	8 5	5 6	1* 6									

Скуратово — Данковъ.

10 6	2 7	6 8	8 5	2 7	6 5	9 6	3 5	– 2 6	8 5	11 7	4 5	
7 7	1 6	9 9	11 5	3 7	7 6	– 8 14	– 3 5	2 5	0 5	0 5	– 6 5	
– 5 9	– 4 7	– 3 5	1 5	6 5	– 5 8	– 2 5	– 1 5					$\frac{272}{64}$

№ 62. Сосновка (25) — Гремячка (19).

6 6	8 6	– 7 8	– 4 6									

Гремячка — Сосновка.

8* 7	– 9* 7	–12* 6	0* 7	– 6 14	– 7 6	– 8 6	–19* 8	–9* 7	–12* 9	–17* 9	6* 7	
– 4 8	4* 6	–10* 8										$-\frac{22}{8}$

№ 63. Моршанскъ (24) — Елатьма (21).

7 14	– 6* 12	– 7* 14	6 12	18* 14	7 14	6 12	–3* 6	3 6	18* 12	3 6	8 8	
6 6	3 6	12* 8	5 8	7 14	3 6	17* 14	9 14	9 6	8 6	–4* 8	0* 14	
7 5	13* 14	4 8	10 6	9 6	9 6	2 5	3 6	3 6	2 5	0* 8	7 14	
7 14	14* 8											

Елатьма — Моршанскъ.

– 2 5	– 3 7	– 3 7	– 3 7	– 2 5	– 3 7	– 7 7	– 7 7	– 3 6	– 2 5	– 3 7	– 3 7	
– 4 8	– 2 5	– 3 7	– 6 7	– 7 10	– 9 5	– 4 8	– 4 8	– 4 9	– 3 7	– 8 7	8 6	
3 5	– 3 6											$\frac{66}{52}$

№ 64. Моршанскъ (24) — Гулынки (17).

8 6	9 8	13* 12	– 3* 5	7 6	–1* 5	1* 12	9 8	13* 12	13* 12	7 6	9 8	
16* 14	16* 14	7 14	– 7* 6	10 6	9 8	6 12	6 8	16* 14	5 8	7 8	16* 14	
9 8	13* 12	13* 12	4* 5	–3* 6	–3* 6	6 8	– 6* 12	9 8	13* 12	6 12	10 8	
9 12	4 6	7 6	13* 12	10 5	2* 6	7 12	10 14	6 8	11* 5	17* 12	9 6	
–4* 8	0* 12	0* 10										

Гулынки — Моршанскъ.

6 11	– 11 5	– 13 8	– 8 5	– 8 7	0 5	– 11 7	– 11 7	5 10	– 9 8	– 7 7	3 6	
3 5	– 15 7	0 5	–11 20	– 4 7	3 5	– 1 7	– 11 5	– 5 5	7 12	0 5	0 5	
– 10 17	4 7											97/52

№ 65. Гремячка (19) — Тула (11).

–3* 5	2* 8	–5* 5	0* 6	0* 7	0 7	–4* 8	– 1 7	0 9	– 1 5	– 3 8	–4* 8	
0 6	3* 6	2* 8	–6* 10	3* 5	1* 5	0 7	0 7	0 8	0 8	– 1 7	0 6	
– 1 6	0 7	–4* 7	– 2 8	3* 5	– 2 6	4* 6	–4* 6	– 3 5	0 7	– 1 7	– 2 5	
– 1 7	0 7	– 3 6	–9* 5	–4* 7	– 1 5	–8* 7	3* 6	–9* 7	–4* 8	–4* 8	– 2 9	
–4* 7	0 5											

Тула — Гремячка.

5 9	0 5	0 8	0 7	1 6	– 5 10	3 9	– 3 6	0 6	0 5	10 6	1 5	
4 7	0 7	4 7	8 7	– 2 10	6 10	4 6	0 14	0 20	6 10	– 3 5	– 1 6	
0 6	– 4 6											10/52

№ 66. Земетчино (22) — Ряжскъ (18).

18 20	17 17	– 3 6	– 12 9									

Ряжскъ — Земетчино.

0 6	0 6	–2* 8	0 10	3* 6	0 6	0* 10	1* 8					20/8

№ 67. Земетчино (22) — Елатьма (21).

3 7	0 9	0 7	0 8	0 5	− 3 6	− 3 7	−4* 8	−4* 9	− 4* 17	3 6	0 17	
− 4* 20	−9* 20	0 20	−9* 20	0 20	− 4* 20	−15* 14	0 5	0 5	0 7	− 3 7	0 14	
− 7* 6	3 5	7* 8	18* 17	1 10	− 3 14	− 5* 10	− 1 17	8* 17	8* 17	9* 20	8* 17	
6 8	0 7	2 8	8* 8	11* 12	1 7	2 5	0 7	8* 10	− 2 6	− 3 12	− 3 6	
− 1 10	3 10	1 5	3 10	− 2 6	− 2 20	11* 14	7* 14	5 10	− 3 9	− 5* 10	−8* 17	
− 6* 12	4 8	10* 10	−4* 5	− 2 8	11* 9	11* 8	8* 8	1 6	8* 8	3 8	−4* 8	
4 8	1 6	9* 14	−6* 5	7* 10	9* 10	− 6* 6	4 6	9* 7	10* 6	0 6	0 6	
12* 6	0 5	0 5	4 7	20* 14	18* 14	0 8	−5* 10	0 14	− 9* 10	−14* 10	1 8	
− 7* 6	−5* 10	0 6	0 7	3 6	8* 17	0 17	8* 8	5 10	7* 14	8* 6		

Елатьма — Земетчино.

− 5 7	− 7 7	0 6	0 6	2 5	0 8	− 5 9	− 1 8	− 7 5	−10 7	1 7	0 7	
0 8	− 3 5	3 5	− 2 5	− 3 7	− 3 6	− 3 5	1 5	− 6 5	2 6	1 5	0 7	
0 10	− 2 5	− 6 7	− 7 8	− 1 7	− 8 5	− 4 8	− 3 5	0 5	2 5	5 5	− 4 6	
0 5	− 3 6	− 4 8	− 4 8	− 4 9	− 9 7	−13 7	0 5	0 5	2 6	−12 7	− 7 7	
− 5 9	0 9	0 8	− 7 5	0 5	0 7	0 8	10 10	0 6				− 97/114

№ 68. Скуратово (12) — Жиздра (3).

− 4 8	8* 5	− 6* 5	−9* 10	−5* 10	− 3 6	−5* 9	− 5* 9	− 1 9	3* 7	9* 12	0 10	
−7* 12	3* 10	4* 9	5* 6	−5* 9	0 5	2* 5	− 5* 9	− 4 7	−5* 10	− 4 7	−5* 10	
− 3 6	3* 5	4* 8	0 8	− 4 8	0 8	0 13						

Жиздра — Скуратово.

0 5	0 5	3 5	− 12 7	− 3 7	− 3 5	0 12	− 5 5	9 9	− 5 5	2 5	11 12	− 26/24

№ 69. Жиздра (3) — Сугоново (2).

− 8 6	− 3 5	3 7	− 7 5	− 7 5	− 9 6	− 3 7	−14 8	− 4 9	2 9	0 7	−12 12	
− 7 5	− 7 7	− 2 5	− 3 7	− 5 10	− 8 7	− 3 5	0 7	6 5	− 6 12	− 9 9	− 3 6	
− 7 5	− 8 6	0 5	2 5	− 1 7	− 9 7							

Сугоново — Жиздра.

5 5	4 7	4 7	4 5	12 7	10 5	10 5	10 5	8 5	6 5	14 7	9 5	
8 5	15 7	11 7	9 5	8 5	8 5	8 5	5 9	3 5	2 5	3 5	3 5	
4 5	4 5	11 7	3 5	3 5	3 5							75/60

№ 70. Тула (11) — Гулынки (17).

−8* 5	12* 8	0 5	− 6* 9	−10* 5	−10* 5	4 9	− 8* 6	10* 6	7* 5	10* 5	4 7	
−8* 7	16* 10	3 5	− 3* 5	12* 7	3 5	12* 7	− 5* 8	−12* 6	− 6* 9	− 5* 9	− 5* 8	
3 5	2 7	−3* 6	10* 6									

Гулынки — Тула.

6 11	3 5	2 5	− 5 5	− 5 5	− 5 5	−15 12						0/14

№ 71. Тула (11) — Рязань (16).

−12* 5	−11* 14	4* 8	0 7	0 10	2* 7	6* 5	− 7* 6	− 7* 7	− 6* 5	− 1* 5	5* 7	
0* 6	4* 7	11* 10	6* 10	3* 5	3* 5	−18* 10	−16* 14	3* 8	0* 6	0* 9	5* 9	
10* 6	10* 9	10* 9	8* 14	12* 10	0* 6	4* 6	0* 8	− 5* 6	− 8* 9	−10* 8	0* 5	
0* 7												

Рязань — Тула.

13 14	7 6											20/4

№ 72. Гулынки (17) — Елатьма (21).

0 5	0 7	−14* 8	− 7* 6	− 1 7	− 6 9	− 6 5	9* 5	16* 9	7 5	12* 5	− 5 5	
− 3 5												

Елатьма — Гулынки.

6 5	− 8 7	6 9	0 5	9 11	− 2 9	7 7	11 9					15/16

№ 73. Рязань (16) — Елатьма (21).

— 5* 14	— 3 6	10 8	8 6	0 14	0 6	6 6	0 6	15* 6				

Елатьма — Рязань.

0 6	6 5	13 5	11 5	13 6	0 5	— 6 5						**58/14**

---

§ 3. Изслѣдованіе функціи μ (v) на основаніи собраннаго матеріала.

Матеріалъ, собранный въ § 2-мъ, даетъ намъ для каждой пары станцій величину

$$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

въ единицахъ *градусъ — часъ*.

Чтобы получить искомую величину μ, обратимся къ формуламъ, приведеннымъ въ § 1-мъ. Изъ уравненій (2), (4) и (6) находимъ

$$\mu = \frac{1}{2\,\mathrm{Sin}\,\varphi} \cdot \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{360} \cdot \frac{T}{t_2 - t_1} \qquad (27).$$

Уравненіе (27) показываетъ, что величина μ не имѣетъ «измѣренія» и должна выражаться абсолютнымъ числомъ.

Полагая въ уравненіи (27)

$$T = 24 \text{ часа}$$

и замѣняя величину

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{t_2 - t_1}$$

числомъ

$$\frac{1}{n} \sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau},$$

полученнымъ изъ непосредственныхъ наблюденій (n — число случаевъ), получимъ

$$\mu = \frac{1}{30\,\mathrm{Sin}\,\varphi} \cdot \frac{1}{n} \sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} \qquad (28).$$

Нижеслѣдующая таблица даетъ выводъ изъ собраннаго нами матеріала на основаніи формулы (28), причемъ подъ величиной φ мы будемъ подразумѣвать, какъ и прежде, величину

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

Таблица I.

№№ таблицъ	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число случаевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\mathrm{Log}\ \frac{1}{30\ \mathrm{Sin}\ \varphi}$	$\sum_a^б \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^б \mu$
1	— 8	60	48° 47′	$\bar{2}$.6465	— 0.35	— 0.01
2	202	62	48 58	6453	8.93	0.14
3	— 7	58	48 54	6458	— 0.31	— 0.01
4	152	32	49 01	6450	6.71	0.21
5	22	6	49 10	6440	0.97	0.16
6	— 69	78	49 20	6429	— 3.03	— 0.04
7	38	26	49 36	6412	1.66	0.06
8	2	10	49 36	6412	0.09	0.01
9	— 19	98	49 28	6421	— 0.83	— 0.01
10	— 66	36	49 42	6406	— 2.88	— 0.08
11	— 67	28	49 42	6406	— 2.93	— 0.10
12	335	176	49 38	6410	14.66	0.08
13	39	52	49 48	6399	1.70	0.03
14	179	174	49 48	6399	7.81	0.04
15	— 53	44	49 43	6405	— 2.32	— 0.05
16	167	50	49 49	6398	7.29	0.15
17	86	24	49 48	6399	3.75	0.16
18	— 33	50	49 56	6391	— 1.44	— 0.03
19	238	94	50 06	6380	10.34	0.11
20	— 90	68	50 10	6376	— 3.91	— 0.06
21	— 4	18	50 00	6386	— 0.17	— 0.01
22	— 1	18	50 11	6375	— 0.04	— 0.00
23	38	52	50 14	6372	1.65	0.03

№№ таблицъ	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число случаевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\text{Log} \frac{1}{30 \text{ Sin } \varphi}$	$\sum_a^б \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^б \mu$
24	40	54	50° 20′	$\bar{2}$.6365	1.73	0.03
25	86	56	50 12	6374	3.73	0.07
26	45	24	50 19	6366	1.95	0.08
27	5	36	50 29	6356	0.22	0.01
28	— 17	40	50 25	6360	— 0.74	— 0.02
29	34	30	50 30	6355	1.47	0.05
30	208	58	50 38	6347	8.97	0.15
31	— 13	30	50 47	6337	— 0.56	— 0.02
32	53	38	50 56	6328	2.28	0.06
33	81	54	50 57	6327	3.48	0.06
34	— 44	48	51 07	6317	— 1.88	— 0.04
35	35	30	50 59	6325	1.50	0.05
36	— 20	38	51 01	6323	— 0.86	— 0.02
37	— 225	100	51 04	6320	— 9.64	— 0.10
38	68	74	51 20	6304	2.90	0.04
39	90	80	51 18	6306	3.84	0.05
40	0	0	51 22	6302	—	—
41	89	104	51 08	6316	3.81	0.04
42	— 72	102	51 20	6304	— 3.07	— 0.03
43	43	48	51 08	6316	1.84	0.04
44	— 14	38	51 10	6314	— 0.60	— 0.02
45	57	24	51 15	6309	2.44	0.10
46	83	32	51 30	6294	3.54	0.11
47	— 11	80	51 39	6285	— 0.47	— 0.01
48	— 25	76	51 52	6272	— 1.06	— 0.01
49	232	122	51 50	6274	9.84	0.08
50	4	40	51 43	6281	0.17	0.00
51	— 69	70	52 26	6238	— 2.90	— 0.04
52	46	18	52 01	6263	1.95	0.11

№№ таблицъ	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число случаевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\text{Log} \frac{1}{30 \text{ Sin } \varphi}$	$\sum_a^б \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^б \mu$
53	128	50	52° 02′	$\bar{2}$.6262	5.41	0.11
54	— 104	128	52 36	6229	— 4.36	— 0.03
55	— 10	36	52 28	6236	— 0.42	— 0.01
56	69	80	53 06	6200	2.88	0.04
57	29	8	52 46	6219	1.21	0.15
58	36	30	53 10	6196	1.50	0.05
59	— 245	70	53 22	6185	—10.18	— 0.15
60	— 3	20	53 26	6181	— 0.12	— 0.01
61	272	64	53 24	6183	11.30	0.18
62	— 22	8	53 22	6185	— 0.91	— 0.11
63	66	52	54 12	6138	2.71	0.05
64	97	52	53 50	6159	4.01	0.08
65	10	52	53 50	6159	0.41	0.01
66	20	8	53 36	6172	0.83	0.10
67	— 97	114	54 14	6137	— 3.99	— 0.04
68	— 26	24	53 40	6168	— 1.08	— 0.04
69	75	60	54 13	6137	3.08	0.05
70	0	14	54 13	6137	0.00	0.00
71	20	4	54 25	6127	0.82	0.20
72	15	16	54 36	6117	0.61	0.04
73	58	14	54 48	6106	2.37	0.17
Суммы......	—	3762	—	—	97.31	—

Таблица I даетъ для коэффиціэнта μ такое среднее значеніе:

$$\mu = \frac{97.31}{3762} = 0.026 \qquad (29).$$

Чтобы составить нѣкоторое представленіе о степени надежности полученнаго результата, разобьемъ весь матеріалъ таблицы I на 10 группъ, что составитъ по 376 случаевъ въ каждой группѣ (въ послѣдней 378). При этомъ будемъ поступать слѣдующимъ образомъ.

Первыя восемь станцій даютъ 332 случая; для полной группы изъ 376 случаевъ не хватаетъ 44 случаевъ. Тогда беремъ 98 случаевъ девятой пары станцій и относимъ 44 случая въ первую группу и 54—во вторую. Соотвѣтственно этому и величину

$$\Sigma\mu = -0.83$$

(см. № 9 таблицы I) разобьемъ на два слагаемыя въ отношеніи 44 : 54; первую часть присоединяемъ къ матеріалу первой группы, а вторую—къ матеріалу второй группы.

Далѣе №№ 10—13 таблицы I даютъ 292 случая; прибавляя сюда вышеупомянутые 54 случая, получимъ 346 случаевъ. Недостающіе 30 случаевъ пополнимъ изъ 174 случаевъ № 14; остальные 144 случая отойдутъ къ третьей группѣ, и т. д.

Нижеслѣдующая табличка содержитъ значенія μ для всѣхъ десяти группъ, составленныхъ вышеуказаннымъ способомъ, и отклоненія Δ отъ средняго значенія $\overline{\mu}$, опредѣляемаго равенствомъ (29):

группа	μ	Δ
1	0.038	0.012
2	0.031	0.005
3	0.055	0.029
4	0.022	—0.004
5	0.030	0.004
6	0.006	—0.020
7	0.016	—0.010
8	0.024	—0.002
9	0.016	—0.010
10	0.021	—0.005

Среднее отклоненіе оказывается равнымъ

$$\overline{\Delta} = 0.010,$$

что составляетъ отъ 35 до 40% величины $\overline{\mu}$.

Такой результатъ, на первый взглядъ, далеко не ручается за надежность полученнаго нами средняго значенія μ. Объясняется это слѣдующимъ образомъ.

Изъ дальнѣйшаго мы увидимъ, что при различныхъ скоростяхъ вѣтра коэффиціэнтъ μ не сохраняетъ постояннаго значенія, но представляетъ возрастающую отъ пуля функцію скорости вѣтра. Это обстоятельство, въ зависимости отъ неодинаковой средней силы вѣтра для каждой изъ 10 группъ, должно вызвать большія разницы въ соотвѣтственныхъ значеніяхъ μ. Вычисленная при такой группировкѣ средняя погрѣшность очевидно получится больше дѣйствительной.

Въ виду того, что среднее значеніе μ (при различныхъ скоростяхъ вѣтра) не имѣетъ никакого ни практическаго, ни чисто теоретическаго интереса, мы не будемъ заниматься болѣе подробной критической оцѣнкой его. Смыслъ-же и значеніе всего изложеннаго заключается лишь въ томъ, что не смотря на трудности изслѣдованія, указанныя нами въ § 1-мъ, оказалось возможнымъ съ несомнѣнной ясностью уловить отклоняющее вліяніе вращенія земли на направленіе вѣтра и даже поставить вопросъ на почву количественныхъ опредѣленій.

Въ виду этого, мы можемъ съ бóльшей увѣренностью поднять другой, болѣе опасный, но и гораздо болѣе интересный вопросъ — о связи между величиной коэффиціэнта тренія и *скоростью* воздушнаго теченія. Говорю «опасный» потому, что при рѣшеніи его сила вѣтра уже выступаетъ на первый планъ. Я уже говорилъ въ § 1-мъ, насколько ненадежнымъ является этотъ элементъ при современной постановкѣ метеорологическихъ наблюденій на станціяхъ II разряда. Такое положеніе дѣла объясняется отчасти тѣмъ, что для цѣлей климатологическихъ точность наблюденій надъ силой вѣтра не играетъ большой роли. Совсѣмъ иначе приходится смотрѣть на это съ точки зрѣнія интересовъ синоптической метеорологіи. Тутъ сила вѣтра призвана играть такую-же первостепенную роль, какъ и величина барометрическаго давленія, и если она этой роли не играетъ въ настоящее время, то причину такого ненормальнаго положенія, помимо недостаточной разработанности самого метода, можно усматривать въ несовершенствѣ приборовъ, служащихъ для наблюденій.

Для снабженія всѣхъ станцій метеорологической сѣти анемографы и анемометры очевидно непригодны, потому что стоимость покупки и ремонта ихъ чрезмѣрно велика; главнымъ-же образомъ потому, что уходъ за приборомъ требуетъ массы хлопотъ, времени и спеціальной подготовки. Первое условіе, которому долженъ удовлетворять приборъ, назначенный обслуживать обыкновенную метеорологическую станцію II разряда, — простота, прочность и дешевизна.

Современный флюгеръ, системы покойнаго академика Г. И. Вильда, наилучшимъ образомъ соединяетъ въ себѣ три эти условія, но пересталъ удовлетворять основному требованію: развивать точность, соотвѣтствующую данному состоянію науки.

Въ настоящее время ощущается настоятельная нужда въ простомъ, дешевомъ и неизмѣняющемся съ теченіемъ времени указателѣ силы вѣтра, который показывалъ бы

эту силу съ точностью, по крайнѣй мѣрѣ, до 2 метровъ въ секунду. И, что особенно важно, точность эта должна оставаться постоянной по всей шкалѣ, не исключая и рѣдкихъ въ нашихъ широтахъ случаевъ урагана.

Возвратимся къ вопросу о зависимости между коэффиціэнтомъ тренія μ и скоростью вѣтра v.

Изъ каждой таблицы § 2-го выберемъ случаи, когда сила вѣтра оцѣнивалась въ 5, 6, . . . , 20 метровъ въ секунду, для каждой изъ этихъ скоростей найдемъ число случаевъ n въ данной таблицѣ и соотвѣтственно величину

$$\sum_{a}^{б} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}.$$

Приэтомъ воспользуемся и тѣми случаями, которые были исключены для уравненія числа случаевъ въ таблицахъ *а* и *б*. Благодаря этому, матеріала будетъ гораздо больше, ошибка-же, обусловливаемая неправильной оріэнтировкой флюгеровъ, нейтрализуется въ достаточной степени большимъ числомъ станцій.

Результаты подобнаго классифицированія по скоростямъ приведены въ нижеслѣдующихъ трехъ таблицахъ.

Таблица II*а*.

отъ 5 до 9 метровъ въ сек.

№№ таблицъ	$v = 5$		$v = 6$		$v = 7$		$v = 8$		$v = 9$	
	n_5	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
1	22	— 10	11	— 10	9	— 19	1	1	8	17
2	27	— 14	12	26	12	— 20	6	46	8	20
3	24	— 2	5	6	6	— 8	5	16	7	9
4	24	54	4	15	6	21	4	— 12	9	66
5	2	10	1	9	4	9	8	9	1	— 2
6	17	— 22	17	24	11	— 18	21	— 65	5	34
7	12	— 3	6	4	9	65	7	5	1	11

№№ таблицъ	τ = 5		τ = 6		τ = 7		τ = 8		τ = 9	
	n_5	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
8	—	—	7	16	1	0	3	— 1	1	2
9	25	— 8	20	26	11	— 5	18	17	3	— 6
10	15	— 31	22	— 8	8	9	15	— 20	1	0
11	7	— 36	13	— 15	3	— 15	16	— 26	—	—
12	21	47	65	69	9	37	35	109	3	6
13	35	— 22	18	69	14	14	16	— 45	2	— 13
14	72	14	54	— 13	22	41	40	105	7	20
15	1	— 4	22	49	—	—	7	11	—	—
16	16	60	36	127	2	10	7	44	3	8
17	2	— 3	26	58	3	— 5	5	26	—	—
18	14	— 20	23	— 19	6	— 7	5	— 13	2	1
19	9	25	40	116	6	9	20	73	1	0
20	33	—105	43	—205	20	— 95	13	— 94	12	—101
21	21	29	10	6	8	— 14	12	— 7	6	11
22	27	19	17	16	16	36	14	46	5	20
23	40	8	16	26	8	11	7	4	4	— 5
24	21	25	20	40	10	— 1	9	— 4	3	6
25	23	25	18	37	8	4	19	14	7	17
26	11	37	9	8	1	— 9	—	—	—	—
27	5	5	13	— 4	6	6	6	— 11	—	—
28	—	—	18	— 13	—	—	16	4	—	—
29	2	3	10	25	5	— 9	10	29	—	—
30	11	7	10	80	12	18	1	— 2	1	0
31	9	— 15	24	33	2	— 4	9	24	—	—
32	8	38	4	9	14	46	3	— 9	6	— 25
33	23	10	2	2	26	72	2	11	8	34
34	32	— 83	9	20	32	— 60	7	36	10	[illegible]
35	21	36	16	13	2	— 2	3	— 11	4	19

№№ таблицъ	$v = 5$		$v = 6$		$v = 7$		$v = 8$		$v = 9$	
	n_5	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
36	29	3	10	30	3	— 5	—	—	7	— 21
37	47	— 6	14	— 8	32	— 39	3	— 15	8	— 52
38	20	22	22	10	7	18	8	— 41	8	9
39	30	72	22	66	12	9	10	23	14	43
40	24	37	1	12	18	11	—	—	18	43
41	24	4	42	64	7	2	21	26	5	— 23
42	33	— 50	33	— 1	20	— 23	15	— 9	6	— 6
43	30	55	10	7	12	32	9	1	16	2
44	56	— 84	2	6	32	— 86	3	7	9	7
45	4	6	28	82	2	— 17	8	5	1	— 7
46	5	— 1	5	11	5	— 19	5	36	5	— 8
47	35	— 12	23	— 2	16	— 1	12	— 6	4	9
48	31	— 39	8	13	14	32	8	— 11	7	6
49	53	101	11	11	28	50	9	22	21	42
50	22	11	30	— 2	20	11	17	8	6	15
51	17	10	20	31	18	9	19	— 8	9	17
52	19	54	2	0	4	— 4	2	34	1	6
53	21	34	14	36	19	91	11	22	7	30
54	36	32	21	27	22	26	24	— 48	17	— 92
55	24	— 41	20	33	12	— 55	3	— 13	13	— 53
56	12	— 35	40	107	6	— 25	26	62	4	0
57	8	5	29	27	9	— 23	6	17	—	—
58	13	21	28	— 134	8	14	6	— 20	5	30
59	22	— 55	21	— 71	11	— 18	17	— 45	7	— 7
60	36	47	4	— 8	29	74	1	— 4	15	44
61	29	103	18	101	15	78	4	10	4	29
62	—	—	7	— 13	5	— 4	4	— 40	2	— 29
63	9	— 3	16	68	12	— 52	10	27	1	— 4

№№ таблицъ	$v = 5$		$v = 6$		$v = 7$		$v = 8$		$v = 9$	
	n_5	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
64	15	— 8	12	44	8	— 53	15	68	—	—
65	15	— 19	18	7	21	— 17	11	— 17	4	6
66	—	—	5	0	—	—	2	— 1	1	— 12
67	30	— 31	26	6	25	— 61	26	40	8	— 10
68	12	— 1	3	— 1	5	— 20	5	— 4	7	— 8
69	32	103	4	— 28	16	43	1	— 14	4	— 6
70	15	— 15	5	— 3	5	22	3	2	4	— 13
71	7	— 7	8	9	6	4	4	— 3	5	17
72	9	20	1	— 7	4	— 2	1	— 14	5	25
73	5	24	8	39	—	—	1	10	—	—
Суммы	1461	—	1232	—	800	—	698	—	386	—

Таблица IIб.

Отъ 10 до 14 метровъ въ сек.

№№ таблицъ	$v = 10$		$v = 11$		$v = 12$		$v = 13$		$v = 14$	
	n_{10}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
1	4	— 19	—	—	2	10	—	—	1	7
2	2	27	—	—	2	23	—	—	—	—
3	3	— 5	—	—	—	—	—	—	2	— 24
4	1	6	—	—	—	—	—	—	3	10
5	4	4	—	—	2	— 30	—	—	—	—
6	7	— 23	—	—	1	6	—	—	4	— 1

№№ таблицъ	$v=10$		$v=11$		$v=12$		$v=13$		$v=14$	
	n_{10}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
7	7	12	—	—	1	— 15	—	—	2	34
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	22	8	—	—	4	8	—	—	11	— 35
10	8	— 10	—	—	2	— 8	—	—	2	18
11	1	7	—	—	—	—	—	—	4	2
12	11	19	—	—	25	5	3	— 8	4	38
13	15	21	—	—	1	— 8	—	—	3	3
14	16	65	—	—	7	43	3	3	2	16
15	6	— 35	—	—	15	32	—	—	4	— 14
16	—	—	—	—	15	90	—	—	—	—
17	—	—	—	—	2	21	—	—	1	— 2
18	3	22	1	4	—	—	—	—	—	—
19	6	10	—	—	6	21	—	—	4	8
20	3	— 3	1	— 15	8	20	1	— 9	3	2
21	12	— 19	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	28	6	35	9	16	—	—	6	— 16
23	2	— 6	—	—	1	4	—	—	—	—
24	4	18	—	—	3	0	—	—	2	— 3
25	15	47	—	—	2	6	—	—	3	— 5
26	8	— 11	—	—	—	—	—	—	3	24
27	7	— 8	—	—	—	—	—	—	—	—
28	10	39	—	—	1	8	—	—	7	— 57
29	5	13	—	—	4	54	—	—	6	28
30	11	63	—	—	5	0	—	—	3	31
31	14	67	—	—	—	—	—	—	7	14
32	3	14	—	—	—	—	—	—	2	— 26
33	5	8	—	—	11	8	—	—	1	23
34	5	1	—	—	14	— 84	—	—	2	— 1

№№ таблицъ	$v = 10$		$v = 11$		$v = 12$		$v = 13$		$v = 14$	
	n_{10}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
35	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—
36	—	—	1	0	—	—	—	—	—	—
37	11	— 43	—	—	5	— 33	—	—	2	5
38	6	17	1	— 4	3	21	—	—	—	—
39	5	38	—	—	13	— 1	—	—	8	— 9
40	—	—	—	—	14	50	—	—	11	7
41	8	18	2	— 10	4	16	1	0	1	— 5
42	1	— 1	1	— 6	—	—	—	—	—	—
43	3	0	—	—	3	13	—	—	6	7
44	1	6	—	—	4	— 13	—	—	—	—
45	12	43	—	—	2	12	—	—	13	183
46	4	33	—	—	4	— 11	—	—	1	— 1
47	9	0	4	— 13	3	7	1	— 7	2	— 5
48	7	— 24	—	—	8	0	—	—	1	18
49	7	— 2	—	—	19	98	—	—	2	— 10
50	6	4	3	— 8	3	— 6	—	—	1	— 8
51	12	2	—	—	1	— 8	—	—	11	22
52	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—
53	6	14	—	—	2	— 19	1	— 6	1	20
54	19	— 56	—	—	2	6	—	—	—	—
55	3	21	—	—	5	— 33	—	—	1	9
56	27	147	—	—	1	— 5	—	—	1	— 3
57	4	15	—	—	2	— 5	—	—	—	—
58	5	— 15	—	—	4	9	—	—	1	— 3
59	21	— 20	—	—	5	— 48	3	— 63	3	— 42
60	—	—	—	—	9	29	—	—	—	
61	—	—	—	—	1	20	—	—	1	— 8
62	—	—	—	—	—	—	—	—	1	— 6

№№ таблицъ	$v = 10$		$v = 11$		$v = 12$		$v = 13$		$v = 14$	
	n_{10}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
63	1	— 7	—	—	4	24	—	—	11	85
64	2	5	1	6	16	138	—	—	6	81
65	5	— 1	—	—	—	—	—	—	1	0
66	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—
67	18	17	—	—	3	2	—	—	10	54
68	6	— 21	—	—	4	13	1	0	—	—
69	1	— 5	—	—	2	— 18	—	—	—	—
70	1	16	1	6	1	— 15	—	—	—	—
71	5	11	—	—	—	—	—	—	4	— 6
72	—	—	1	9	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	2	— 5
Суммы	444	—	24	—	290	—	14	—	194	—

Таблица II*в*.

От 15 до 20 метровъ въ сек.

№№ таблицъ	$v = 15$		$v = 16$		$v = 17$		$v = 18$		$v = 19$		$v = 20$	
	n_{15}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
1	1	0	2	13	—	—	2	15	—	—	—	.
2	—	—	3	21	2	— 18	3	57	—	—	2	38
3	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	8	— 2
4	—	—	2	16	—	—	3	42	—	—	9	37
5	—	—	—	—	2	— 2	—	—	—	—	1	— 10

№№ таблицъ	$v = 15$		$v = 16$		$v = 17$		$v = 18$		$v = 19$		$v = 20$	
	n_{15}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
6	1	1	1	— 8	—	—	—	—	—	—	5	— 17
7	—	—	1	9	1	20	—	—	—	—	3	31
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	0	1	— 2	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	5	54	—	—	—	—	3	13	—	—	7	— 23
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	21
14	5	55	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—
15	—	—	1	36	—	—	—	—	—	—	7	— 68
16	—	—	—	—	—	—	1	29	—	—	5	— 22
17	—	—	—	—	—	—	1	20	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	— 7
19	—	—	10	36	—	—	5	— 16	—	—	4	45
20	—	—	—	—	4	36	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	— 4
22	3	— 14	2	13	2	20	1	— 12	—	—	2	0
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	2	23	—	—	1	10	—	—	—	—
26	—	—	—	—	1	— 10	—	—	—	—	13	66
27	—	—	2	11	—	—	—	—	—	—	1	— 20
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	125
29	—	—	2	0	—	—	1	4	—	—	—	—
30	—	—	—	—	1	— 7	—	—	—	—	8	30
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	— 21
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—	—	—

№№ таблицъ	$v = 15$		$v = 16$		$v = 17$		$v = 18$		$v = 19$		$v = 20$	
	n_{15}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
34	—	—	—	—	7	— 99	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	1	— 9	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	— 53
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10
39	—	—	—	—	2	— 12	—	—	—	—	2	— 7
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	72
41	—	—	2	— 12	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	—	3	— 39	—	—	—	—	—	—	2	— 18
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	114
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	21
47	—	—	—	—	3	— 19	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	3	— 29	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	3	29	—	—	—	—	2	3
50	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—	1	— 15
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	— 24
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	1	— 7	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	—	2	— 4	—	—	—	—	—	—	1	— 24
56	—	—	—	—	—	—	2	— 21	—	—	9	137
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	2	— 22	1	11	1	— 22	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	4	— 5	—	—	—	—	—	—
61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

№№ таблицъ	$v = 15$		$v = 16$		$v = 17$		$v = 18$		$v = 19$		$v = 20$	
	n_{15}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^б \frac{\alpha_2-\alpha_1}{\tau}$
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	1	— 10	—	—	—	—	1	— 11
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0
66	—	—	—	—	1	17	—	—	—	—	1	18
67	—	—	—	—	10	37	—	—	—	—	8	— 19
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Суммы	18	—	39	—	52	—	24	—	—	—	185	—

Таблицы II (*а*, *б* и *в*) показываютъ, что число случаевъ, подвергнутыхъ разработкѣ въ § 2-мъ, распредѣляется слѣдующимъ образомъ между различными скоростями:

$$\left.\begin{array}{llll} n_5 = 1461 & & n_{13} = & 14 \\ n_6 = 1232 & & n_{14} = & 194 \\ n_7 = 800 & & n_{15} = & 18 \\ n_8 = 698 & & n_{16} = & 39 \\ n_9 = 386 & & n_{17} = & 52 \\ n_{10} = 444 & & n_{18} = & 24 \\ n_{11} = 24 & & n_{19} = & 0 \\ n_{12} = 290 & & n_{20} = & 185 \\ \hline & & N = & 5861 \end{array}\right\} \quad (30)$$

При разсмотрѣніи этой таблички бросается въ глаза любопытная особенность: число случаевъ, когда наблюдался вѣтеръ съ силою 11 и 13 метровъ въ секунду, сравнительно

очень мало, скорость въ 19 метровъ вовсе не наблюдалась, а скорость въ 20 метровъ встрѣчается несоразмѣрно часто. Разгадка этого страннаго на первый взглядъ факта заключается въ томъ, что съ увеличеніемъ силы вѣтра отклоненіе указателя Вильда увеличивается все медленнѣе и медленнѣе; между 1-мъ и 2-мъ штифтомъ разница скоростей, показываемыхъ *легкимъ* указателемъ, составляетъ всего 2 метра, тогда какъ между 7-мъ и 8-мъ штифтами эта разница достигаетъ уже 6 метровъ. Нижеслѣдующая табличка даетъ скорости вѣтра, отвѣчающія среднему положенію *легкаго* указателя около каждаго изъ штифтовъ и между двумя штифтами:

Штифты	v	Штифты	v
1—2	1	4—5	7
2	2	5	8
2—3	3	5—6	9
3	4	6	10
3—4	5	7	14
4	6	8	20

Даже при наличности двухъ указателей, *тяжелаго* и *легкаго*, можно съ нѣкоторымъ удобствомъ (весьма впрочемъ относительнымъ) отсчитывать лишь слѣдующія скорости: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 28 и 40 метровъ въ секунду [1]).

Принимая во вниманіе, что флюгеромъ съ двумя указателями снабжаются лишь очень немногія станціи, и что на материкѣ сила вѣтра рѣдко достигаетъ 20 метровъ въ секунду, можно заключить, что число 20 въ сущности указываетъ на силу вѣтра между 15 и 20 метрами.

Перейдемъ теперь къ разработкѣ матеріала, помѣщеннаго въ таблицахъ II (*а*, *б* и *в*) подъ рубрикой

$$\sum_{а}^{б} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}.$$

Чтобы получить величину

$$\sum_{а}^{б} \mu$$

слѣдуетъ, какъ было указано выше, раздѣлить соотвѣтственную величину

$$\sum_{а}^{б} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

на 30 Sin φ.

Нижеслѣдующія таблицы содержатъ результаты такой обработки.

1) См. Инструкцію Академіи Наукъ въ руководство метеорологическимъ станціямъ II разряда 1 класса, 1900, стр. 37—39.

Таблица III*a*.

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_5$	$\sum_a^б \mu_6$	$\sum_a^б \mu_7$	$\sum_a^б \mu_8$	$\sum_a^б \mu_9$	$\sum_a^б \mu_{10}$	$\sum_a^б \mu_{11}$	$\sum_a^б \mu_{12}$
1	— 0.4	— 0.4	— 0.8	0.0	0.8	— 0.8	—	0.4
2	— 0.6	1.1	— 0.9	2.0	0.9	1.2	—	1.0
3	— 0.1	0.3	— 0.4	0.7	0.4	— 0.2	—	—
4	2.4	0.7	0.9	— 0.5	2.9	0.3	—	—
5	0.4	0.4	0.4	0.4	— 0.1	0.2	—	— 1.3
6	— 1.0	1.1	— 0.8	— 2.9	1.5	— 1.0	—	0.3
7	— 0.1	0.2	2.8	0.2	0.5	0.5	—	— 0.7
8	—	0.7	0.0	0.0	0.1	—	—	—
9	— 0.4	1.1	— 0.2	0.7	— 0.3	0.4	—	0.4
10	— 1.4	— 0.3	0.4	— 0.9	0.0	— 0.4	—	— 0.3
11	— 1.6	— 0.7	— 0.7	— 1.1	—	0.3	—	—
12	2.1	3.0	1.6	4.8	0.3	0.8	—	0.2
13	— 1.0	3.0	0.6	— 2.0	— 0.6	0.9	—	— 0.3
14	0.6	— 0.6	1.8	4.6	0.9	2.8	—	1.9
15	— 0.2	2.1	—	0.5	—	— 1.5	—	1.4
16	2.6	5.5	0.4	1.9	0.1	—	—	3.9
17	— 0.1	2.5	— 0.2	1.1	—	—	—	0.9
18	— 0.9	— 0.8	— 0.3	— 0.6	0.0	1.0	0.2	—
19	1.1	5.0	0.4	3.2	0.0	0.4	—	0.9
20	— 4.6	— 8.9	— 4.1	— 4.1	— 4.4	— 0.1	— 0.7	0.9
21	1.3	0.3	— 0.6	— 0.3	0.5	— 0.8	—	—
22	0.8	0.7	1.6	2.0	0.9	1.2	1.5	0.7
23	0.3	1.1	0.5	0.2	— 0.2	— 0.3	—	0.2
24	1.1	1.7	0.0	— 0.2	0.3	0.8	—	0.0
25	1.1	1.6	0.2	0.6	0.7	2.0	—	0.3
26	1.6	0.3	— 0.4	—	—	— 0.5	—	—
27	0.2	— 0.2	0.3	— 0.5	—	— 0.3	—	—

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_5$	$\sum_a^б \mu_6$	$\sum_a^б \mu_7$	$\sum_a^б \mu_8$	$\sum_a^б \mu_9$	$\sum_a^б \mu_{10}$	$\sum_a^б \mu_{11}$	$\sum_a^б \mu_{12}$
28	—	— 0.6	—	0.2	—	1.7	—	0.3
29	0.1	1.1	— 0.4	1.3	—	0.6	—	2.3
30	0.3	3.4	0.8	— 0.1	0.0	2.7	—	0.0
31	— 0.6	1.4	— 0.2	1.0	—	2.9	—	—
32	1.6	0.4	2.0	— 0.4	— 1.1	0.6	—	—
33	0.4	0.1	3.1	0.5	1.5	0.3	—	0.3
34	— 3.6	0.9	— 2.6	1.5	— 2.7	0.0	—	— 3.6
35	1.5	0.6	— 0.1	— 0.5	0.8	—	0.3	—
36	0.1	1.3	— 0.2	—	— 0.9	—	0.0	—
37	— 0.3	— 0.3	— 1.7	— 0.6	— 2.2	— 1.8	—	— 1.4
38	0.9	0.4	0.8	— 1.8	0.4	0.7	— 0.2	0.9
39	3.1	2.8	0.4	1.0	1.8	1.6	—	0.0
40	1.6	0.5	0.5	—	1.8	—	—	2.1
41	0.2	2.7	0.1	1.1	— 1.0	0.8	— 0.4	0.7
42	— 2.1	0.0	— 1.0	— 0.4	— 0.3	0.0	— 0.3	—
43	2.4	0.3	1.4	0.0	0.1	0.0	—	0.6
44	— 3.6	0.3	— 3.7	0.3	0.3	0.3	—	— 0.6
45	0.3	3.5	— 0.7	0.2	— 0.3	1.8	—	0.5
46	0.0	0.5	— 0.8	1.5	— 0.3	1.4	—	— 0.5
47	— 0.5	— 0.1	0.0	— 0.3	0.4	0.0	— 0.6	0.3
48	— 1.7	0.6	1.6	— 0.5	0.3	— 1.0	—	0.0
49	4.3	0.5	2.1	0.9	1.8	— 0.1	—	4.2
50	0.5	— 0.1	0.5	0.3	0.6	0.2	— 0.3	— 0.3
51	0.4	1.3	0.4	— 0.3	0.7	0.1	—	— 0.3
52	2.3	0.0	— 0.2	1.4	0.3	0.3	—	—
53	1.4	1.5	3.8	0.9	1.3	0.6	—	— 0.8
54	1.3	1.1	1.1	— 2.0	— 3.9	— 2.3	—	0.3
55	— 1.7	1.4	— 2.3	— 0.5	— 2.2	0.9	—	— 1.4
56	— 1.5	4.5	— 1.0	2.6	0.0	6.1	—	— 0.2
57	0.2	1.1	— 1.0	0.7	—	0.6	—	— 0.2

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_5$	$\sum_a^б \mu_6$	$\sum_a^б \mu_7$	$\sum_a^б \mu_8$	$\sum_a^б \mu_9$	$\sum_a^б \mu_{10}$	$\sum_a^б \mu_{11}$	$\sum_a^б \mu_{12}$
58	0.9	— 5.6	0.6	— 0.8	1.2	— 0.6	—	0.4
59	— 2.3	— 3.0	— 0.7	— 1.9	— 0.3	— 0.8	—	— 2.0
60	2.0	— 0.3	3.1	— 0.2	1.8	—	—	1.2
61	4.3	4.2	3.2	0.4	1.2	—	—	0.8
62	—	— 0.5	— 0.2	— 1.7	— 1.2	—	—	—
63	— 0.1	2.8	— 2.1	1.1	— 0.2	— 0.3	—	1.0
64	— 0.3	1.8	— 2.2	2.8	—	0.2	0.2	5.7
65	— 0.8	0.3	— 0.7	— 0.7	0.2	0.0	—	—
66	—	0.0	—	0.0	— 0.5	0.0	—	—
67	— 1.3	0.2	— 2.5	1.6	— 0.4	0.7	—	0.1
68	0.0	0.0	— 0.8	— 0.2	— 0.3	— 0.9	—	0.5
69	4.2	— 1.2	1.8	— 0.6	— 0.2	— 0.2	—	— 0.7
70	— 0.6	— 0.1	0.9	0.1	— 0.5	0.7	0.2	— 0.6
71	— 0.3	0.4	0.2	— 0.1	0.7	0.5	—	—
72	0.8	— 0.3	— 0.1	— 0.6	1.0	—	0.4	—
73	1.0	1.6	—	0.4	—	—	—	—
Суммы	18.0	51.9	5.7	17.4	4.9	25.2	0.3	20.4

Таблица III*б*.

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_{13}$	$\sum_a^б \mu_{14}$	$\sum_a^б \mu_{15}$	$\sum_a^б \mu_{16}$	$\sum_a^б \mu_{17}$	$\sum_a^б \mu_{18}$	$\sum_a^б \mu_{19}$	$\sum_a^б \mu_{20}$
1	—	0.3	0.0	0.6	—	0.7	—	—
2	—	—	—	0.9	— 0.8	2.5	—	1.7
3	—	— 1.1	—	0.1	—	—	—	— 0.1
4	—	0.4	—	0.7	—	1.9	—	1.6

№№ таблицъ	$\sum_{a}^{б} \mu_{13}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{14}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{15}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{16}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{17}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{18}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{19}$	$\sum_{a}^{б} \mu_{20}$
5	—	—	—	—	— 0.1	—	—	— 0.4
6	—	0.0	0.0	— 0.4	—	—	—	— 0.7
7	—	1.5	—	0.4	0.9	—	—	1.4
8	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	— 1.5	0.0	— 0.1	—	—	—	—
10	—	0.8	—	0.3	—	—	—	—
11	—	0.1	—	—	—	—	—	—
12	— 0.3	1.7	2.4	—	—	0.6	—	— 1.0
13	—	0.1	—	—	—	—	—	0.9
14	0.1	0.7	2.4	—	—	0.0	—	—
15	—	— 0.6	—	1.6	—	—	—	— 3.0
16	—	—	—	—	—	1.3	—	— 1.0
17	—	— 0.1	—	—	—	0.9	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	— 0.3
19	—	0.3	—	1.6	—	— 0.7	—	2.0
20	— 0.4	0.1	—	—	1.6	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	— 0.2
22	—	— 0.7	— 0.6	0.6	0.9	— 0.5	—	0.0
23	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	— 0.1	—	—	—	—	—	—
25	—	— 0.2	—	1.0	—	0.4	—	—
26	—	1.0	—	—	— 0.4	—	—	2.9
27	—	—	—	0.5	—	—	—	— 0.9
28	—	— 2.5	—	—	—	—	—	5.4
29	—	1.2	—	0.0	—	0.2	—	—
30	—	1.3	—	—	— 0.3	—	—	1.3
31	—	0.6	—	—	—	—	—	— 0.9
32	—	— 1.1	—	—	—	—	—	—
33	—	— 1.0	—	—	0.0	—	—	—
34	—	0.0	—	—	— 4.2	—	—	—

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_{13}$	$\sum_a^б \mu_{14}$	$\sum_a^б \mu_{15}$	$\sum_a^б \mu_{16}$	$\sum_a^б \mu_{17}$	$\sum_a^б \mu_{18}$	$\sum_a^б \mu_{19}$	$\sum_a^б \mu_{20}$
35	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	— 0.4	—	—	—
37	—	0.2	—	—	—	—	—	— 2.3
38	—	—	—	—	—	—	—	0.4
39	—	— 0.4	—	—	— 0.5	—	—	— 0.3
40	—	0.3	—	—	—	—	—	3.1
41	0.0	— 0.2	—	— 0.5	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	0.3	—	— 1.7	—	—	—	— 0.8
44	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	7.9	—	—	—	—	—	4.9
46	—	0.0	—	—	—	—	—	0.9
47	— 0.3	— 0.2	—	—	— 0.8	—	—	—
48	—	0.8	—	—	— 1.2	—	—	—
49	—	— 0.4	—	—	1.2	—	—	0.1
50	—	— 0.3	—	—	0.0	—	—	— 0.6
51	—	0.9	—	—	—	—	—	— 1.0
52	—	—	—	—	—	—	—	—
53	— 0.3	0.8	—	—	— 0.3	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	0.4	—	— 0.2	—	—	—	— 1.0
56	—	— 0.1	—	—	—	— 0.9	—	5.7
57	—	—	—	—	—	—	—	0.5
58	—	— 0.1	—	—	—	—	—	—
59	— 2.6	— 1.7	— 0.9	0.5	— 0.9	—	—	—
60	—	—	—	—	— 0.2	—	—	—
61	—	— 0.3	—	—	—	—	—	—
62	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
63	—	3.5	—	—	—	—	—	—
64	—	3.3	—	—	— 0.4	—	—	— 0.5

№№ таблицъ	$\sum_a^б \mu_{13}$	$\sum_a^б \mu_{14}$	$\sum_a^б \mu_{15}$	$\sum_a^б \mu_{16}$	$\sum_a^б \mu_{17}$	$\sum_a^б \mu_{18}$	$\sum_a^б \mu_{19}$	$\sum_a^б \mu_{20}$
65	—	0.0	—	—	—	—	—	0.0
66	—	—	—	—	0.7	—	—	0.7
67	—	2.2	—	—	1.5	—	—	— 0.8
68	0.0	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
Суммы	— 3.8	17.5	3.3	5.9	— 3.7	6.4	—	17.7

Таблицы III*a* и III*б* даютъ слѣдующія величины $\Sigma\mu$ при различныхъ скоростяхъ:

$$\left.\begin{aligned}
\Sigma\mu_5 &= 18.0\\
\Sigma\mu_6 &= 51.9\\
\Sigma\mu_7 &= 5.7\\
\Sigma\mu_8 &= 17.4\\
\Sigma\mu_9 &= 4.9\\
\Sigma\mu_{10} &= 25.2\\
\Sigma\mu_{11} &= 0.3\\
\Sigma\mu_{12} &= 20.4\\
\Sigma\mu_{13} &= -3.8\\
\Sigma\mu_{14} &= 17.5\\
\Sigma\mu_{15} &= 3.3\\
\Sigma\mu_{16} &= 5.9\\
\Sigma\mu_{17} &= -3.7\\
\Sigma\mu_{18} &= 6.4\\
\Sigma\mu_{19} &= 0.0\\
\Sigma\mu_{20} &= 17.7\\
\hline
\Sigma\overline{\mu} &= 187.1
\end{aligned}\right\} \qquad (31).$$

Дѣленіемъ равенствъ (31) на соотвѣтственныя равенства (30) получимъ:

$$\left.\begin{aligned}
\bar{\mu}_5 &= 0.01\\
\bar{\mu}_6 &= 0.04\\
\bar{\mu}_7 &= 0.01\\
\bar{\mu}_8 &= 0.02\\
\bar{\mu}_9 &= 0.01\\
\bar{\mu}_{10} &= 0.06\\
\bar{\mu}_{11} &= 0.01\\
\bar{\mu}_{12} &= 0.07\\
\bar{\mu}_{13} &= -0.27\\
\bar{\mu}_{14} &= 0.09\\
\bar{\mu}_{15} &= 0.18\\
\bar{\mu}_{16} &= 0.15\\
\bar{\mu}_{17} &= -0.07\\
\bar{\mu}_{18} &= 0.27\\
\bar{\mu}_{19} &= -\\
\bar{\mu}_{20} &= 0.10
\end{aligned}\right\} \qquad (32).$$

Изъ этой таблицы видно только, что μ есть возрастающая функція скорости v [1]); чтобы лучше уяснить характеръ этой функціи, необходимо разбить таблицу на нѣсколько группъ и опредѣлить среднее значеніе μ для каждой группы. Приэтомъ необходимо имѣть въ виду слѣдующихъ два важныхъ соображенія.

Каждая группа не должна заключать слишкомъ рознящіяся между собой значенія скорости v, такъ какъ среднее значеніе $\bar{v}$, соотвѣтствующее среднему значенію $\bar{\mu}$, мы можемъ найти, лишь предполагая линейную зависимость между ними. Подобное предположеніе влечетъ за собой ошибку, которая тѣмъ больше, чѣмъ больше разница между крайними значеніями v въ одной группѣ. Кромѣ того, группы, содержащія малыя скорости, должны заключать меньше разныхъ скоростей, нежели группы съ большими скоростями, потому что на величину вышеупомянутой ошибки вліяетъ собственно не разность между крайними скоростями одной группы, а отношеніе ихъ.

Другое замѣчаніе касается случая, когда скорость равна 20 метрамъ въ секунду. Выше было замѣчено, что на практикѣ наблюдатели отмѣчаютъ этимъ числомъ вѣтеръ, дующій съ силою отъ 15 до 20 метровъ въ секунду и вообще говоря рѣдко достигающій

1) Нѣкоторыя значенія μ какъ будто противорѣчатъ этому; но равенства (30) показываютъ, что въ этихъ случаяхъ μ выведено изъ сравнительно ничтожнаго числа наблюденій.

послѣдняго предѣла. Въ виду этого *подъ числомъ «20 метровъ въ секунду» условимся принимать среднюю силу вѣтра между 15 и 20 метрами, т. е. 17.5 метровъ въ секунду.*

Раздѣлимъ всѣ 16 скоростей (отъ 5 до 20 метровъ въ секунду) на 4 группы слѣдующимъ образомъ:

1 группа .... *5—7 м. въ с.*
2 » .... *8—10* »
3 » .... *11—13* »
4 » .... *14—20* »

Среднія значенія μ для каждой изъ этихъ группъ опредѣлимъ по формуламъ:

$$\left.\begin{aligned}
\bar{\mu}_{v1} &= \frac{\Sigma\mu_5 + \Sigma\mu_6 + \Sigma\mu_7}{n_5 + n_6 + n_7} \\
\bar{\mu}_{v2} &= \frac{\Sigma\mu_8 + \Sigma\mu_9 + \Sigma\mu_{10}}{n_8 + n_9 + n_{10}} \\
\bar{\mu}_{v3} &= \frac{\Sigma\mu_{11} + \Sigma\mu_{12} + \Sigma\mu_{13}}{n_{11} + n_{12} + n_{13}} \\
\bar{\mu}_{v4} &= \frac{\Sigma\mu_{14} + \Sigma\mu_{15} + \Sigma\mu_{16} + \Sigma\mu_{17} + \Sigma\mu_{18} + \Sigma\mu_{20}}{n_{14} + n_{15} + n_{16} + n_{17} + n_{18} + n_{20}}
\end{aligned}\right\} \quad (33).$$

Подставляя въ уравненія (33) значенія величинъ $\Sigma\mu$ и n по уравненіямъ (30) и (31), получимъ:

$$\left.\begin{aligned}
\bar{\mu}_{v1} &= \frac{75.6}{3493} = 0.022 \\
\bar{\mu}_{v2} &= \frac{47.5}{1528} = 0.031 \\
\bar{\mu}_{v3} &= \frac{16.9}{328} = 0.051 \\
\bar{\mu}_{v4} &= \frac{47.1}{512} = 0.092
\end{aligned}\right\} \quad (34).$$

Значенія соотвѣтствующихъ скоростей v_1, v_2, v_3 и v_4, въ предположеніи прямолинейной зависимости между μ и v въ предѣлахъ каждой группы, опредѣляются такъ:

$$\left.\begin{aligned}
v_1 &= \frac{5n_5 + 6n_6 + 7n_7}{n_5 + n_6 + n_7} = 5.8 \text{ м. въ сек.} \\
v_2 &= \frac{8n_8 + 9n_9 + 10n_{10}}{n_8 + n_9 + n_{10}} = 8.8 \quad » \\
v_3 &= \frac{11n_{11} + 12n_{12} + 13n_{13}}{n_{11} + n_{12} + n_{13}} = 12.0 \quad » \\
v_4 &= \frac{14n_{14} + 15n_{15} + 16n_{16} + 17n_{17} + 18n_{18} + 17.5n_{20}}{n_{14} + n_{15} + n_{16} + n_{17} + n_{18} + n_{20}} = 15.9 \quad »
\end{aligned}\right\} \quad (35).$$

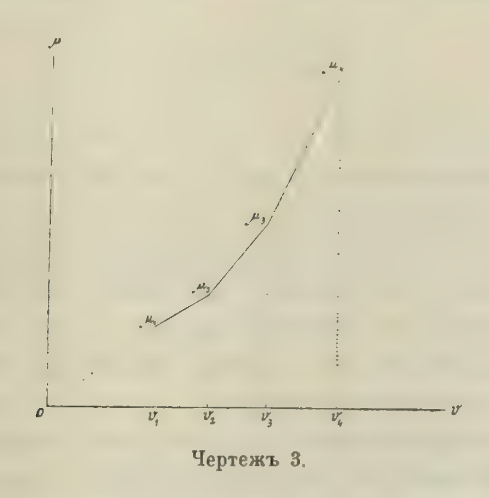
Изображая зависимость между μ и v въ видѣ

$$\mu = f(v),$$

мы можемъ написать четыре частныхъ значенія этой функціи по уравненіямъ (34) и (35):

$$\left.\begin{aligned} f(\ 5.8) &= 0.022 \\ f(\ 8.8) &= 0.031 \\ f(12.0) &= 0.051 \\ f(15.9) &= 0.092 \end{aligned}\right\} \qquad (36).$$

На чертежѣ 3-мъ эти четыре значенія изображены въ прямоугольной системѣ координатъ.



Чертежъ 3.

Ломаная линія $\overline{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4}$ имѣетъ довольно ясно выраженный параболическій характеръ; приэтомъ вся кривая какъ бы отодвинута отъ оси Ov по направленію положительныхъ ординатъ. Уравненіе такой параболы можно представить въ видѣ:

$$\mu = cv^2 + c' \qquad (37),$$

гдѣ c и c' — постоянные параметры.

Въ § 4-мъ, на основаніи теоретическаго изслѣдованія неподвижнаго стаціонарнаго циклона, будетъ показано, что дѣйствительное выраженіе $\mu(v)$ не содержитъ абсолютнаго члена. Появленіе такого члена въ уравненіи (37) можно объяснить слѣдующимъ образомъ.

Большинство циклоновъ, проходящихъ надъ Европейской Россіей, движется съ запада на востокъ, причемъ минимумы проходятъ преимущественно на крайнемъ сѣверѣ ея (въ широтахъ Финляндіи). Благодаря этому, область расположенія станцій, матеріаломъ которыхъ мы воспользовались, затрогивается въ большинствѣ случаевъ южными частями ци-

клоновъ. При такомъ прохожденіи, направленіе вѣтра на станціи B измѣняется *по часовой стрѣлкѣ*, и найденная нами величина $(\alpha_2 - \alpha_1)$ *увеличится* на нѣкоторый уголъ, зависящій не отъ скорости вѣтра, а отъ близости станціи къ центру циклона и отъ скорости прохожденія минимума. Если, наоборотъ, минимумъ проходитъ южнѣе станціи B, то смѣна направленій вѣтра происходитъ при этомъ *обратно часовой стрѣлкѣ*, и величина $(\alpha_2 - \alpha_1)$ *уменьшается* на нѣкоторый уголъ, независящій отъ скорости вѣтра. Разъ преобладаютъ прохожденія перваго типа, то въ среднемъ функція $\mu(v)$ пріобрѣтаетъ абсолютный положительный членъ c', который на чертежѣ 3-мъ выраженъ довольно отчетливо.

Во всякомъ случаѣ, на основаніи графическаго построенія, мы можемъ только утверждать, что функція

$$\mu = f(v) \tag{38}$$

возрастаетъ вмѣстѣ съ v. Кромѣ того, можно съ большой вѣроятностью думать, что одновременно ростетъ и показатель возрастанія, т. е. *первая производная*

$$\frac{d\mu}{dv} = f'(v) \tag{39}$$

есть также возрастающая функція отъ v въ разсмотрѣнныхъ предѣлахъ (*отъ 0 до 20* м. с.).[1]

Собранный нами метеорологическій матеріалъ не даетъ возможности точнѣе опредѣлить характеръ зависимости между μ и v.

У насъ въ Россіи имѣются двѣ станціи, наблюденія которыхъ, будучи подвергнуты обработкѣ по предлагаемому методу, могли бы дать болѣе рѣшительный результатъ.

Я говорю о Кронштадтѣ (станція морского вѣдомства) и С.-Петербургѣ (Николаевская Главная Физическая Обсерваторія). На обѣихъ станціяхъ имѣются механическіе анемографы, дающіе непрерывную запись направленія и силы вѣтра, причемъ отсчеты времени, самыхъ элементовъ и оріентировка флюгеровъ не оставляютъ желать ничего лучшаго въ смыслѣ точности. При возвышенномъ положеніи приборовъ, движеніе воздуха между ними совершается совершенно свободно и естественно, если не считать нѣсколькихъ фабричныхъ трубъ, изъ которыхъ ни одна впрочемъ не подходитъ слишкомъ близко къ наблюдательнымъ пунктамъ.

Къ сожалѣнію записи Кронштадскаго анемографа остаются необработанными и неизданными, за исключеніемъ трехъ неполныхъ лѣтъ, для которыхъ вычислены и изданы М. А. Рыкачевымъ (нынѣ академикъ и директоръ Главной Физической Обсерваторіи), *ежечасныя среднія величины* скорости и направленія вѣтра[2]. Для нашей цѣли, скорости въ видѣ ежечасныхъ среднихъ вполнѣ пригодны и даже предпочтительнѣе краткосрочныхъ среднихъ, такъ какъ намъ именно нужна средняя скорость частицы между обоими пунктами. Нельзя сказать того-же относительно направленія. Въ § 1-мъ роль этого элемента въ

1) Геометрически это отвѣчаетъ вогнутости кривой въ сторону положительныхъ ординатъ μ.

2) М. А. Рыкачевъ. Кронштадтъ — анемографъ Мунро 1883—1885 г.г. С.-Петербургъ, 1889.

нашемъ изслѣдованіи указана достаточно ясно, чтобы не распространяться о немъ теперь. Скажу только, что для цѣлесообразнаго использованія матеріала, мнѣ пришлось бы выбирать направленіе непосредственно съ записей обоихъ приборовъ, что составило бы новый большой трудъ, предпринять который я не могъ по недостатку свободнаго времени.

Замѣчу тутъ-же, что величины отклоненія для станцій Кронштадтъ—С.-Петербургъ должны получиться значительно больше вычисленныхъ выше, въ виду возвышеннаго положенія инструментовъ и гладкаго (главнымъ образомъ воднаго) пространства между станціями.

Укажемъ теперь на одно интересное и важное значеніе коэффиціента μ.

Изъ формулъ (2), (3) и (4) § 1-го находимъ такое выраженіе длины радіуса r кривой, описываемой частицей воздуха на широтѣ φ со скоростью v:

$$r = \frac{v}{\mu \frac{4\pi}{T} \operatorname{Sin} \varphi} \qquad (40).$$

Обозначая для краткости

$$\frac{4\pi}{T} \operatorname{Sin} \varphi = K, \qquad (41)$$

получимъ:

$$r = \frac{v}{K\mu} \qquad (42).$$

Обозначивъ черезъ m массу воздушной частицы, найдемъ, соотвѣтственно полученной величинѣ r, такую величину центростремительной силы f_c:

$$f_c = \frac{mv^2}{r} = K\mu mv \qquad (43).$$

Представимъ себѣ горизонтальную струю воздуха подъ дѣйствіемъ системы силъ, равнодѣйствующая которыхъ дѣйствуетъ на каждую частицу m воздуха такимъ образомъ, что вся струя имѣетъ прямолинейное направленіе. Такая картина и должна представиться въ среднемъ изъ многочисленныхъ дѣйствительныхъ наблюденій между двумя пунктами, *если бы не было отклоняющей силы вращенія земли*, которая и является добавочной силой къ вышеупомянутой равнодѣйствующей. Обозначивъ эту добавочную силу черезъ f_g, мы имѣемъ, какъ извѣстно изъ механики, такое ея выраженіе:

$$f_g = Kmv \qquad (44).$$

Между тѣмъ въ дѣйствительности искривленіе струи таково, какъ будто на нее дѣйствуетъ добавочная сила f_c, выражаемая формулой (43) и значительно меньшая силы f_g при существующихъ скоростяхъ вѣтра у земной поверхности. Происходитъ такое уменьшеніе отклоняющей силы отъ того, что при искривленіи струи возникаетъ сила тренія о земную поверхность и, главнымъ образомъ, въ самой воздушной средѣ, препятствующая искривленію струи.

Беря отношеніе силъ f_c и f_g, получимъ:

$$\frac{f_c}{f_g} = \mu \qquad (45).$$

Обобщая законъ, выражаемый уравненіемъ (45), можно сказать, что вообще, *какая-бы система горизонтальныхъ силъ ни дѣйствовала на воздушную частицу у поверхности земли, слѣдуетъ разложить эту систему на двѣ равнодѣйствующихъ: одну по направленію движенія, другую перпендикулярно къ первой; эта вторая, нормальная равнодѣйствующая f_N, стремится искривить воздушную струю; но, благодаря тренію, часть ея тратится на преодолѣніе реакціи тренія, другая-же (активная) часть f_c опредѣляется формулой:*

$$f_c = \mu f_N \qquad (46).$$

Формула (46) указываетъ на болѣе общее и важное значеніе перемѣннаго коэффиціента μ, чѣмъ то, какое ему было придано во всемъ предыдущемъ изложеніи настоящаго труда.

---

§ 4. Теорія функціи μ (v).

Опытное изслѣдованіе величины μ не дало рѣшительныхъ результатовъ и указало лишь на общій характеръ измѣненія этой величины въ зависимости отъ скорости вѣтра.

Теперь предложимъ себѣ найти функцію μ аналитическимъ путемъ, исходя изъ слѣдующихъ двухъ положеній:

1) Значеніе μ, помимо скорости вѣтра, зависитъ *исключительно* отъ тренія воздуха, внутренняго и о поверхность земли; и если намъ извѣстенъ законъ этого тренія въ тангенціальномъ направленіи (касательно къ потоку), то можно изъ него вывести законъ тренія по нормали къ воздушной струѣ, т. е. опредѣлить функцію μ (v).

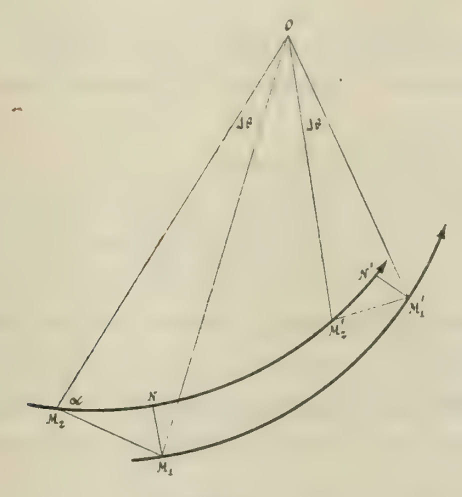
2) Законъ, устанавливающій связь между величинами тренія въ указанныхъ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ, очевидно не зависитъ отъ той или другой формы возмущеній въ атмосферѣ; слѣдовательно, для выясненія этого закона во всей его строгости, можно разсмотрѣть какую-либо частную форму такого возмущенія, достаточно простую для удобства анализа.

Представимъ себѣ неподвижный стаціонарный циклонъ (или антициклонъ), въ нижней части котораго всѣ метеорологическіе элементы расположены въ данной горизонтальной плоскости концентрическими кругами отъ центра, т. е. давленіе, температура, влажность и пр. суть функціи вектора ρ и не зависятъ отъ аргумента θ (въ полярной системѣ координатъ).

Въ силу симметріи, траекторіи всѣхъ воздушныхъ частицъ въ области такого циклона будутъ одинаковыя кривыя съ разными лишь аргументами при одинаковомъ ρ; скорость v каждой частицы будетъ также зависѣть лишь отъ вектора ρ.

На чертежѣ 4-мъ представлены отрѣзки $M_1\overset{\frown}{}M_1'$ и $M_2\overset{\frown}{}M_2'$ двухъ безконечно близкихъ другъ къ другу траекторій въ одной горизонтальной плоскости.

При одинаковой длинѣ векторовъ двухъ точекъ M_1 и M_2, уголъ между ними всюду будетъ равенъ одной и той-же величинѣ $\Delta\theta$, такъ какъ одну кривую можно наложить на другую, вращая ее на уголъ $\Delta\theta$ вокругъ полюса O.



Чертежъ 4.

Опредѣлимъ количество ΔQ (по вѣсу) воздуха, протекающее въ единицу времени черезъ отверстіе $\overline{M_1 N}$ со скоростью v, при толщинѣ горизонтальнаго слоя воздуха, равной единицѣ.

Количество это выразится слѣдующимъ образомъ:

$$\Delta Q = pv \cdot \overline{M_1 N} \qquad (47),$$

гдѣ p есть плотность воздуха.

Изъ треугольника $M_1 N M_2$ имѣемъ:

$$\overline{M_1 N} = \overline{M_1 M_2} \operatorname{Cos} \angle N M_1 M_2 = \rho \, \Delta\theta \operatorname{Cos} \angle O M_2 N \qquad (48).$$

Уголъ между векторомъ и касательной къ полярной кривой, направленной въ сторону отрицательныхъ аргументовъ, опредѣляется какъ извѣстно по формулѣ:

$$\operatorname{tang} \alpha = \rho \frac{d\theta}{d\rho} \qquad (49),$$

откуда находимъ:

$$\operatorname{Cos} \angle OM_2N = \frac{d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \qquad (50).$$

Замѣтимъ, что на чертежѣ 4-мъ направленіе касательной взято обратно часовой стрѣлкѣ, откуда слѣдуетъ, что возрастаніе аргумента θ мы принимаемъ по часовой стрѣлкѣ.

Далѣе, не трудно видѣть, что, когда

$$\alpha < \frac{\pi}{2}$$

и косинусъ его слѣдовательно имѣетъ положительное значеніе, — тогда $d\rho$ отрицательно, и наоборотъ; отсюда мы заключаемъ, что *радикалъ въ правой части уравненія* (50) *имѣетъ всегда отрицательное значеніе.*

Изъ уравненій (47), (48) и (50) находимъ:

$$\Delta Q = pv \frac{\rho \cdot d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \cdot \Delta\theta \qquad (51).$$

Въ стаціонарномъ циклонѣ такое-же количество воздуха должно протечь въ единицу времени и черезъ отверстіе $\overline{M_1'N'}$ и черезъ всякое другое отверстіе между взятыми кривыми, *если только въ данной горизонтальной плоскости не произошло потери или прибыли воздуха въ видѣ восходящихъ или нисходящихъ токовъ или въ видѣ выдѣлившихся осадковъ.*

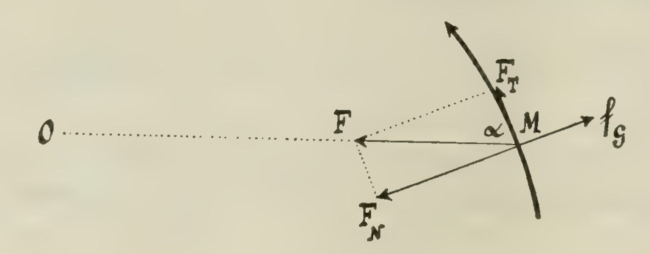
Мы изслѣдуемъ законъ тренія, которому долженъ слѣдовать *горизонтальный* потокъ воздуха, притомъ-же неизмѣняющійся въ своемъ количествѣ — слѣдовательно, вышеприведенное условіе является само собой.

Уравненіе (51) можно представить въ видѣ:

$$pv \frac{\rho \cdot d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} = C \qquad (52),$$

гдѣ C — нѣкоторая постоянная.

Составимъ теперь дифференціальныя уравненія движенія частицы m въ области даннаго циклона.



Чертежъ 5.

Разлагая силу F притяженія точки m къ центру O (чертежъ 5-ый) на составляющія по нормали и по касательной къ траекторіи, получимъ такія выраженія составляющихъ:

$$\left.\begin{aligned} F_N &= F \cdot \operatorname{Sin} \alpha \\ F_T &= F \cdot \operatorname{Cos} \alpha \end{aligned}\right\} \tag{53}$$

Сила F_N ослабляется силой f_G дѣйствія вращенія земли. Прилагая къ равнодѣйствующей этихъ двухъ силъ правило, выраженное въ концѣ прошлаго §-а уравненіемъ (46), мы можемъ написать первое уравненіе движенія въ такомъ видѣ:

$$\mu (F_N - f_G) = m \frac{v^2}{r} \tag{54}$$

гдѣ r есть радіусъ кривизны траекторіи.

Другая составляющая F_T ослабляется реакціей тренія, которое испытываетъ частица воздуха при поступательномъ движеніи. Реакція эта можетъ быть выражена черезъ $m\nu$, гдѣ ν есть нѣкоторая функція скорости v.

Тогда второе уравненіе движенія представится въ слѣдующемъ видѣ:

$$F_T - m\nu = m \frac{dv}{dt} \tag{55}$$

Чтобы исключить здѣсь дифференціалъ времени dt, замѣтимъ, что

$$v = \frac{ds}{dt}$$

(ds — дифференціалъ траекторіи), откуда находимъ:

$$dt = \frac{1}{v}\, ds = -\frac{1}{v} \sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}.$$

Минусъ поставленъ здѣсь потому, что радикалъ мы выше условились принимать за отрицательную величину.

Подставляя найденную величину dt въ уравненіе (55), получимъ:

$$F_T - m\nu = -m \frac{v \cdot dv}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \tag{56}$$

Далѣе, замѣнимъ F_N и F_T въ уравненіяхъ (54) и (56) ихъ выраженіями по уравненіямъ (53), а f_G величиной Kmv, данной въ концѣ прошлаго §-а. Изъ преобразованныхъ такимъ образомъ уравненій исключимъ F.

Въ результатѣ такого исключенія получимъ:

$$\left(\nu - \frac{v \cdot dv}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}}\right) \operatorname{tang} \alpha = Kv + \frac{v^2}{\mu r} \qquad (57).$$

Подставляя сюда значеніе $\operatorname{tang} \alpha$ по уравненію (49) и замѣняя r извѣстнымъ выраженіемъ радіуса кривизны въ полярныхъ координатахъ, мы можемъ переписать уравненія (52) и (57) въ слѣдующемъ видѣ:

$$pv \frac{\rho\rho'}{\sqrt{\rho'^2 + \rho^2}} = C \qquad (58)$$

$$\left(\nu - v \frac{dv}{d\rho} \cdot \frac{\rho'}{\sqrt{\rho'^2 + \rho^2}}\right) \frac{\rho}{\rho'} = Kv + \frac{v^2}{\mu} \cdot \frac{\rho^2 + 2\rho'^2 - \rho\rho''}{(\sqrt{\rho'^2 + \rho^2})^3} \qquad (59)$$

гдѣ ρ' и ρ''—знаки первой и второй производныхъ отъ ρ по θ.

Движеніе воздуха въ правильномъ циклонѣ принимаютъ обыкновенно происходящимъ по логариѳмическимъ спиралямъ. Строго говоря, такое представленіе неприложимо къ вихревому движенію въ упругой средѣ, въ особенности, если измѣненія объема вызываются не одними механическими причинами, но и причинами термодинамическаго характера. Но представленіе это полезно, какъ весьма приближенная картина фиктивнаго циклона, не подверженнаго измѣненіямъ температуры и влажности.

Для нашей-же задачи такая фикція составляетъ непремѣнное условіе, потому что мы ищемъ значеніе функціи μ въ *однородной* средѣ даннаго физическаго и химическаго состоянія. Чтобы осуществить это послѣднее условіе вполнѣ, приходится и плотность p воздуха принять за величину постоянную, хотя въ дѣйствительности въ барической плоскости немыслимо возникновеніе циклона. Однако, нужно замѣтить, что такая фикція не является непреодолимымъ логическимъ препятствіемъ, такъ какъ можно себѣ представить если не *возникновеніе*, то *существованіе* вихреобразнаго возмущенія въ области постоянной плотности воздуха.

Такимъ образомъ, болѣе или менѣе существенную произвольность вноситъ въ дальнѣйшій анализъ лишь предположеніе, что въ изслѣдуемомъ возмущеніи частицы воздуха движутся по логариѳмическимъ спиралямъ.

Возьмемъ уравненіе логариѳмической спирали въ видѣ:

$$\rho = ae^{b\theta} \qquad (60).$$

Первая и вторая производныя отъ ρ по θ выразятся такъ:

$$\left.\begin{aligned} \rho' &= bae^{b\theta} = b\rho \\ \rho'' &= b^2ae^{b\theta} = b^2\rho \end{aligned}\right\} \qquad (61).$$

Подставляя значенія ρ' и ρ'' по уравненіямъ (61) въ уравненія (58) и (59), найдемъ:

$$v\rho = C\frac{\sqrt{1+b^2}}{bp} \tag{62}$$

$$\frac{1}{b}\left(\nu - v\frac{dv}{d\rho}\cdot\frac{b}{\sqrt{1+b^2}}\right) = Kv + \frac{v^2}{\mu}\cdot\frac{1}{\rho\sqrt{1+b^2}} \tag{63}.$$

Правая часть уравненія (62) при условіи

$$p = \text{const.}$$

является постоянной величиной, которая, будучи равна произведенію изъ скорости v воздушной частицы на векторъ ρ, проведенный изъ центра циклона, — *измѣряетъ собою интенсивность циклона.*

Обозначая этотъ показатель интенсивности циклона черезъ J, получаемъ уравненіе (62) въ такомъ видѣ:

$$v\rho = J \tag{64}.$$

Дифференцируя уравненіе (64), находимъ:

$$\rho\frac{dv}{d\rho} + v = 0 \tag{65}.$$

Исключая

$$\rho \text{ и } \frac{dv}{d\rho}$$

изъ уравненій (63), (64) и (65), получимъ окончательно такое выраженіе μ въ функціи скорости v:

$$\frac{1}{\mu} = J\frac{\sqrt{1+b^2}}{b}\cdot\frac{\nu - Kbv}{v^3} + 1 \tag{66}.$$

Въ составъ этого выраженія входитъ неизвѣстная функція ν, выражающая реакцію тренія при поступательномъ горизонтальномъ движеніи единицы массы воздуха у поверхности земли.

По простѣйшему закону Гульдберга-Мона реакція эта пропорціональна скорости воздушнаго потока, т. е.

$$\nu = \eta v \tag{67},$$

гдѣ η есть нѣкоторый коэффиціентъ, зависящій отъ физическаго состоянія движущихся воздушныхъ массъ и отъ характера мѣстности, надъ которой эти массы проносятся.

Если мы воспользуемся этимъ закономъ и подставимъ въ уравненіе (66) вмѣсто ν его выраженіе по уравненію (67), то зависимость между μ и v представится въ такомъ видѣ:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\varepsilon v^2} + 1 \tag{68},$$

гдѣ ε есть коэффиціентъ, опредѣляемый уравненіемъ:

$$\varepsilon = \frac{b}{J(\eta - Kb)\sqrt{1+b^2}} \qquad (69).$$

Величины K, J и b постоянны для разсматриваемаго возмущенія, какъ было указано выше; величина η зависитъ лишь отъ физическаго состоянія воздуха и состоянія земной поверхности. Слѣдовательно коэффиціентъ ε также есть величина постоянная для даннаго возмущенія. Но уравненіе (68) имѣетъ абсолютное значеніе закона, хотя и выведено изъ разсмотрѣнія нѣкотораго частнаго случая, подобно тому, какъ законъ, найденный при упрощенной лабораторной обстановкѣ, сохраняетъ силу при какихъ угодно естественныхъ условіяхъ. [1])

Отсюда заключаемъ, что *коэффиціентъ* ε *вообще есть величина постоянная для даннаго физическаго состоянія воздуха и земной поверхности и зависитъ только отъ этого состоянія.*

Уравненіе (68) можетъ послужить критеріемъ для оцѣнки результатовъ нашего опытнаго изслѣдованія, приведенныхъ въ § 3-мъ.

На стр. 67-ой было указано, что графическое изображеніе зависимости между μ и v напоминаетъ своей формой параболу, которой отвѣчаетъ аналитически уравненіе (37).

Представимъ это уравненіе, при $c' = 0$, въ такомъ видѣ:

$$\frac{1}{\mu'} = \frac{1}{\varepsilon v^2} \qquad (70).$$

Вычитая изъ уравненія (68) уравненіе (70), найдемъ:

$$\mu' - \mu = \mu\mu' < \mu'^2 \qquad (71).$$

Наибольшее значеніе, котораго μ' достигаетъ въ равенствахъ (36), равно 0.092.

Отсюда по неравенству (71) находимъ, что въ предѣлахъ изслѣдованія

$$\mu' - \mu < 0.008.$$

Такая разность должна была остаться неуловимой для насъ при разработкѣ опытнаго матеріала, такъ какъ она менѣе средней ариѳметической погрѣшности $\overline{\Delta}$, допущенной нами при вычисленіи средняго значенія μ (§ 3-ій, стр. 46).

Предложимъ себѣ найти величину коэффиціента ε по уравненію (68) на основаніи опытныхъ данныхъ.

Уравненіе (68) даетъ такую формулу для вычисленій:

$$\overline{\varepsilon} = \frac{1}{N} \sum_{v=5}^{v=20} \frac{n_v \mu_v}{v^2(1-\mu_v)} \qquad (72).$$

---

1) Законъ, выражаемый уравненіемъ (68), есть законъ приближенный; но эта неточность его происходитъ вовсе не отъ того, что въ основу изслѣдованія нами положенъ частный случай идеальнаго возмущенія. Она всецѣло и исключительно зависитъ отъ двухъ сдѣланныхъ нами допущеній: допущенія *закона Гульдберга-Мона* (очевидное приближеніе) и, можетъ быть, отъ допущенія формы траекторіи.

Здѣсь черезъ n_v обозначено число случаевъ, какимъ мы располагаемъ для опредѣленія μ при скорости v, а черезъ N — общее число случаевъ.

Вычисляя по формулѣ (72) матеріалъ, данный въ § 3-мъ въ видѣ равенствъ (30), (31) и (32), и переходя къ единицамъ «километръ — часъ», получимъ:

$$\bar{\varepsilon} = 0.000045 \tag{73}$$

Далѣе, возьмемъ три послѣдовательныя производныя отъ μ по v по уравненію (68):

$$\frac{d\mu}{dv} = \frac{2\varepsilon v}{(1+\varepsilon v^2)^2} \tag{74}$$

$$\frac{d^2\mu}{dv^2} = 2\varepsilon\frac{1-3\varepsilon v^2}{(1+\varepsilon v^2)^3} \tag{75}$$

$$\frac{d^3\mu}{dv^3} = 24\varepsilon^2 v\frac{\varepsilon v^2 - 1}{(1+\varepsilon v^2)^4} \tag{76}$$

Приравнивая нулю вторую производную, получимъ:

$$v_0 = \frac{1}{\sqrt{3\varepsilon}} = 86.1 \tag{77}$$

километровъ въ часъ.

Подставляя это значеніе v_0 въ выраженіе (76) третьей производной, мы получаемъ отрицательную величину; это показываетъ, что первая производная при

$$v = v_0$$

достигаетъ своего наибольшаго значенія, непрерывно возрастая отъ нуля вмѣстѣ съ v.

Если мы выразимъ v_0 въ единицахъ «метръ-секунда», то получимъ:

$$v_0 = 23.9 \tag{78}$$

метровъ въ секунду.

Такимъ образомъ мы можемъ съ увѣренностью повторить то, что было высказано на стр. 68-ой въ формѣ предположенія, а именно:

въ предѣлахъ скорости вѣтра отъ нуля до 20 метровъ въ секунду, кривая, выраженная уравненіемъ

$$\mu = f(v),$$

не имѣетъ перегибовъ, будучи все время обращена вогнутостью въ сторону возрастанія μ.

Въ заключеніе укажемъ на нѣкоторые интересные результаты, къ которымъ приводитъ изслѣдованіе уравненія (69):

$$\varepsilon = \frac{b}{J(\eta - Kb)\sqrt{1+b^2}}.$$

Выше было указано, что коэффиціенты ε и η зависятъ непосредственно только другъ отъ друга и при данномъ физическомъ состояніи атмосферы и земной поверхности являются величинами постоянными, какія бы механическія явленія ни совершались въ атмосферѣ.

Далѣе, величина K, опредѣляемая уравненіемъ (41):

$$K = \frac{4\pi}{T} \operatorname{Sin} \varphi,$$

зависитъ только отъ географической широты и слѣдовательно является независимой перемѣнной.

Отсюда заключаемъ, что при постоянныхъ ε, η и K уравненіе (69) представляетъ выраженіе связи, существующей между J, показателемъ интенсивности циклона, и b, *котангенсомъ угла* α, *образуемаго векторомъ, проведеннымъ отъ оси циклона, и направленіемъ воздушной струи* [1]) (считая по часовой стрѣлкѣ отъ вектора).

Замѣняя b его выраженіемъ черезъ α, мы можемъ представить уравненіе (69) въ слѣдующемъ видѣ:

$$\varepsilon J = \frac{\operatorname{Sin} \alpha \operatorname{Cos} \alpha}{\eta \operatorname{Sin} \alpha - K . \operatorname{Cos} \alpha} \qquad (79).$$

Полагая

$$J = 0 \;^{2)} \qquad (80)$$

и замѣчая, что знаменатель въ правой части уравненія (79) вообще остается конечной величиной, мы найдемъ изъ уравненій (79) и (80):

$$\operatorname{Sin} \alpha_0 \operatorname{Cos} \alpha_0 = 0 \qquad (81)$$

и соотвѣтственно этому:

$$\alpha_0 = 0, \; \frac{\pi}{2}, \; \pi, \; \frac{3\pi}{2} \qquad (82).$$

Посмотримъ, какія изъ этихъ рѣшеній имѣютъ дѣйствительное значеніе и какія — мнимое.

Для этой цѣли возьмемъ по уравненію (79) первую производную отъ α по J:

$$\frac{d\alpha}{dJ} = - \varepsilon \frac{(\eta \operatorname{Sin} \alpha - K \operatorname{Cos} \alpha)^2}{K \operatorname{Cos}^3 \alpha + \eta \operatorname{Sin}^3 \alpha} \qquad (83)$$

и подставимъ въ выраженіе ея послѣдовательно всѣ значенія α_0 изъ равенствъ (82).

---

1) Указанное значеніе b извѣстно, какъ одно изъ свойствъ логариѳмической спирали, и можетъ быть легко получено изъ уравненій (49) и (60).

2) Физически это соотвѣтствуетъ моменту возникновенія возмущенія, когда частицы воздуха начинаютъ выходить изъ состоянія покоя; или-же моменту исчезновенія возмущенія, когда скорость частицъ стремится къ нулю.

Производная приметъ соотвѣтственно такія значенія:

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right)_{\alpha=\alpha_0} = -\varepsilon K,\ -e\eta,\ \varepsilon K,\ \varepsilon\eta \qquad (84).$$

Равенства (84) показываютъ, что при

$$\alpha = \alpha_0$$

производная принимаетъ слѣдующія значенія относительно нуля:

1) При $K > 0$, т. е. *въ сѣверномъ полушаріи:*

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) < 0 \ \ldots\ldots \text{ при: } \alpha_0 = 0,\ \frac{\pi}{2}$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) > 0 \ \ldots\ldots \text{ при: } \alpha_0 = \pi,\ \frac{3\pi}{2}.$$

2) При $K < 0$, т. е. *въ южномъ полушаріи:*

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) > 0 \ \ldots\ldots \text{ при: } \alpha_0 = 0,\ \frac{3\pi}{2}$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) < 0 \ \ldots\ldots \text{ при } \alpha_0 = \frac{\pi}{2},\ \pi.$$

Далѣе, приравнивая нулю производную

$$\frac{d\alpha}{dJ}$$

для опредѣленія «maxima» и «minima» функціи α, находимъ по уравненію (83):

$$\operatorname{tang} \alpha_m = \frac{K}{\eta} \qquad (85).$$

Знакъ этого выраженія зависитъ отъ знака K, откуда заключаемъ, что *въ сѣверномъ полушаріи* α_m лежитъ въ слѣдующихъ предѣлахъ:

$$0 < \alpha_m < \frac{\pi}{2} \text{ или: } \pi < \alpha_m < \frac{3\pi}{2}$$

а *въ южномъ*:

$$\frac{\pi}{2} < \alpha_m < \pi \text{ или: } \frac{3\pi}{2} < \alpha_m < 2\pi.$$

Не трудно убѣдиться, что эти четыре разныя значенія α_m обращаютъ въ нуль всѣ производныя высшаго порядка отъ α по J. Это показываетъ, что многозначная функція $\alpha(J)$ при всѣхъ значеніяхъ J отъ 0 до ∞ не испытываетъ ни *maximum*'a, ни *minimum*'a;

найденныя-же значенія α_m суть *предѣльныя* значенія α при $J = \infty$ [1]). Слѣдовательно, при возрастаніи J отъ нуля до безконечности, функція α можетъ перейти отъ значенія α_0 къ значенію α_m, *только возрастая* или *только убывая*.

Замѣтивъ это, обратимся къ неравенствамъ, приведеннымъ выше и показывающимъ величину

$$\frac{d\alpha}{dJ}$$

относительно нуля при четырехъ различныхъ значеніяхъ α_0.

Въ сѣверномъ полушаріи при $\alpha_0 = 0$ имѣемъ:

$$\frac{d\alpha}{dJ} < 0,$$

т. е. функція α отъ значенія своего $\alpha_0 = 0$ убываетъ. Между тѣмъ оба предѣльныя значенія α_m, какъ мы видѣли, въ сѣверномъ полушаріи болѣе нуля. Отсюда заключаемъ, что функція α отъ значенія $\alpha_0 = 0$ никоимъ образомъ не можетъ достигнуть въ сѣверномъ полушаріи ни одного изъ единственно возможныхъ предѣльныхъ значеній при безпредѣльномъ возрастаніи J.

Слѣдовательно рѣшеніе

$$\alpha_0 = 0,$$

при условіи

$$K > 0,$$

является частнымъ рѣшеніемъ, отъ котораго, при возрастаніи J отъ нуля, не отходитъ никакая вѣтвь функціи $\alpha(J)$. [2])

Прилагая подобный методъ изслѣдованія къ каждому изъ 4-хъ значеній α_0 при

$$K \gtrless 0,$$

мы убѣждаемся, что въ каждомъ изъ полушарій есть только два разныхъ значенія α_0, отъ которыхъ измѣненія функціи α совершаются непрерывно, именно:

въ сѣверномъ полушаріи . . . . $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}, \pi$

» южномъ » . . . . $\alpha_0 = \frac{3\pi}{2}, \pi$.

---

1) Изъ уравненій (79) и (85) видно, что α принимаетъ значеніе α_m при условіи:

$$J = \infty.$$

2) Въ геометрическомъ представленіи такое рѣшеніе соотвѣтствуетъ «одинокой точкѣ».

Сопоставляя этотъ результатъ съ найденными выше значеніями

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right)_{\alpha = \alpha_0},$$

мы получимъ такое механическое представленіе о развитіи возмущенія.

1) При возникновеніи величины J, т. е. въ началѣ возмущенія, воздухъ начинаетъ растекаться отъ центра въ радіальныхъ направленіяхъ ($\alpha_0 = \pi$). Затѣмъ, по мѣрѣ развитія явленія (J возрастаетъ), струи начинаютъ отклоняться отъ радіусовъ: въ сѣверномъ полушаріи по часовой стрѣлкѣ (α возрастаетъ), а въ южномъ — обратно ей (α убываетъ). Передъ нами нижняя область развивающагося *антициклона*.

2) Воздухъ начинаетъ вращаться по кругамъ, обратно часовой стрѣлкѣ въ сѣверномъ полушаріи

$$\left(\alpha_0 = \frac{\pi}{2}\right)$$

и по часовой стрѣлкѣ въ южномъ

$$\left(\alpha_0 = \frac{3\pi}{2}\right).$$

По мѣрѣ того, какъ скорость вращенія возрастаетъ, потоки начинаютъ загибаться къ центру, т. е. въ сѣверномъ полушаріи влѣво (α убываетъ), а въ южномъ — вправо (α возрастаетъ).

Такою представляется нижняя область *циклона* при его развитіи.

Уравненіе (85) опредѣляетъ для данной широты тѣ предѣльные углы отклоненія струй отъ начальнаго направленія, которыхъ никогда не достигаютъ реальные циклоны и антициклоны.

Разсмотримъ теперь то *второстепенное* (въ практическомъ отношеніи) вліяніе, какое имѣютъ на величину α перемѣнныя η и K.

Изъ уравненія (79) имѣемъ:

$$\varepsilon JK \operatorname{Cos} \alpha = \operatorname{Sin} \alpha \, (\varepsilon \eta J - \operatorname{Cos} \alpha) \qquad (86).$$

Полагая здѣсь

$$K = 0,$$

получимъ для опредѣленія α_0 два уравненія:

$$\operatorname{Sin} \alpha_0 = 0 \qquad (87)$$

$$\varepsilon \eta J = \operatorname{Cos} \alpha_0 \qquad (88).$$

Уравненіе (87) даетъ для α_0 два значенія:

$$\alpha_0 = 0, \ \pi \qquad (89).$$

Что касается уравненія (88), то оно не даетъ никакого рѣшенія для α_0, такъ какъ противорѣчитъ условію произвольности J.

Дѣло въ томъ, что въ лѣвой части уравненія (97) вмѣстѣ съ K фигурируетъ въ видѣ множителя и величина J; обратить въ нуль эту часть уравненія можно и посредствомъ равенства

$$J = 0,$$

и въ этомъ послѣднемъ случаѣ уравненіе (88) только и можетъ имѣть смыслъ.

Итакъ, при $K = 0$, функція $\alpha(K)$ можетъ имѣть только два значенія: 0 и π.

Чтобы судить о развитіи функціи отъ этихъ значеній при измѣненіи независимой перемѣнной K, напишемъ выраженіе производной

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

по уравненію (86):

$$\frac{d\alpha}{dK} = \frac{\varepsilon J \operatorname{Cos}^2 \alpha}{\varepsilon\eta J - \operatorname{Cos}^3 \alpha} \qquad (90).$$

Числитель дроби въ правой части уравненія (90) не можетъ быть отрицательной величиной. Слѣдовательно знакъ всей дроби зависитъ отъ того, болѣе или менѣе нуля знаменатель дроби.

Разберемъ отдѣльно три случая.

I. $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2}$.

Въ этомъ случаѣ очевидно имѣемъ:

$$\varepsilon\eta J - \operatorname{Cos}^3 \alpha > 0 \qquad (91)$$

и слѣдовательно:

$$\frac{d\alpha}{dK} > 0,$$

т. е. функція $\alpha(K)$ есть функція *возрастающая* между указанными значеніями ея.

Очевидно, что именно эта вѣтвь функціи имѣетъ своимъ частнымъ значеніемъ при $K = 0$:

$$\alpha_0 = \pi \qquad (92)$$

изъ двухъ значеній α_0, приведенныхъ въ уравненіи (89). Ясно, что въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ *антициклономъ*.

II. $\alpha = \frac{\pi}{2}$ или $\frac{3\pi}{2}$.

Уравненіе (90) показываетъ, что при указанныхъ значеніяхъ α, производная

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

обращается въ нуль, и слѣдовательно функція $\alpha(K)$ испытываетъ «maximum» или «minimum». Однако, подставляя эти значенія α въ уравненіе (86), мы находимъ такія два единственно возможныя рѣшенія его:

$$J = 0 \tag{93}$$

$$K = \pm \infty \tag{94}$$

Рѣшеніе (93) противорѣчитъ необходимому условію произвольности J. Рѣшеніе-же (94) не можетъ насъ интересовать, такъ какъ величина K по смыслу своему можетъ измѣняться лишь въ предѣлахъ

$$-\frac{4\pi}{T} \leqq K \leqq \frac{4\pi}{T}.$$

Отсюда мы заключаемъ, что въ предѣлахъ реальныхъ значеній K производная

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

никоимъ образомъ не можетъ обратиться въ нуль, и функція α (K) въ этихъ предѣлахъ *можетъ или только возрастать или только убывать.*

III. $\frac{\pi}{2} > \alpha > \frac{3\pi}{2}$ [1]).

Соотвѣтственно такому значенію α, имѣемъ:

$$\varepsilon\eta_1 J - \mathrm{Cos}^3\,\alpha \lesseqgtr 0.$$

Разсмотримъ поочередно возможность и значеніе обоихъ этихъ неравенствъ.

$$1)\quad \varepsilon\eta_1 J < \mathrm{Cos}^3\,\alpha.$$

Въ этомъ случаѣ правая часть уравненія (86) будетъ *отрицательна*, когда α находится въ первой четверти тригонометрическаго круга, т. е. для *сѣвернаго полушарія*, и *положительна*, когда α въ четвертой четверти, т. е. для *южнаго полушарія* (см. неравенства на стр. 79-ой).

Между тѣмъ знакъ лѣвой части того-же уравненія (86) располагается какъ разъ обратно относительно полушарій.

Слѣдовательно неравенство 1-ое приводитъ къ абсурду и въ дѣйствительности мѣста имѣть не можетъ.

$$2)\quad \varepsilon\eta_1 J > \mathrm{Cos}^3\,\alpha.$$

---

1) Эти неравенства, парадоксальныя на видъ, слѣдуетъ понимать символически, а именно, что α лежитъ въ 1-ой или 4-ой четверти тригонометрическаго круга.

Въ этомъ случаѣ, уравненіе (90) даетъ для производной

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

положительную величину, и мы опять убѣждаемся, что функція α (K) есть функція *возрастающая.*

Частное значеніе ея, при $K = 0$, изъ двухъ значеній α_0 по уравненію (89) будетъ очевидно:

$$\alpha_0 = 0 \qquad (95).$$

Эта вѣтвь функціи соотвѣтствуетъ *циклону.*

Чтобы сдѣлать приведенное изслѣдованіе уравненія (90) вполнѣ общимъ, замѣтимъ, что случай, когда:

$$\varepsilon \eta J = \mathrm{Cos}^3 \alpha \qquad (96),$$

также не можетъ имѣть мѣсто при произвольномъ J, по тѣмъ-же соображеніямъ, какія были приведены при разсмотрѣніи уравненія (88). Уравненіе (96) удовлетворяетъ уравненію (86) лишь при условіи:

$$J = 0,$$

которое исключаетъ произвольность J.

Переходя къ механическимъ представленіямъ, мы можемъ слѣдующимъ образомъ представить себѣ вліяніе величины K, т. е. широты, на величину угла α.

Въ экваторіальной области $(K = 0)$ при возникновеніи градіэнта воздухъ течетъ по направленію этого послѣдняго, т. е. самымъ выгоднымъ образомъ для скорѣйшаго возстановленія равновѣсія.

При передвиженіи центра возмущенія къ *сѣверу*, направленіе воздушныхъ потоковъ начинаетъ отклоняться *вправо* отъ градіэнта и тѣмъ больше, чѣмъ сѣвернѣе достигнутая центромъ широта.

При движеніи къ *югу*, отклоненіе потоковъ происходитъ *влѣво* отъ градіэнта.

Переходя къ изслѣдованію функціи α (η), замѣтимъ, что оно не можетъ имѣть общаго характера, такъ какъ въ составъ уравненія (79) входитъ величина ε, находящаяся въ полной зависимости отъ η. Форма-же функціи ε (η) совершенно неизвѣстна.

Мы можемъ опредѣлить непосредственно только два ея частныхъ значенія и указать на основное свойство ея производной.

Въ § 1-омъ (стр. 2) было указано, что радіусъ кривизны горизонтальной кривой, описываемой матеріальной точкой подъ вліяніемъ вращенія земли, увеличивается по мѣрѣ возрастанія тренія воздуха, внутренняго и о поверхность земли. Въ силу этого соображе-

нія и былъ введенъ коэффиціентъ μ:

$$r = \frac{v}{\mu K} \qquad (97),$$

гдѣ μ есть функція двухъ независимыхъ перемѣнныхъ: v и η.

При отсутствіи тренія мы имѣемъ очевидно:

$$\mu_0 = 1 \qquad (98).$$

Увеличивая треніе, т. е. величину η, можно сдѣлать r какъ угодно большимъ; отсюда слѣдуетъ, что

$$\mu_\infty = 0 \qquad (99).$$

Дифференцируя уравненіе (97) частнымъ образомъ по η и замѣчая, что r есть возрастающая функція отъ η, находимъ:

$$\frac{\partial r}{\partial \eta} = -\frac{v}{\mu^2 K} \cdot \frac{\partial \mu}{\partial \eta} \geqq 0 \qquad (100).$$

Принимая во вниманіе, что подъ величиной K въ уравненіи (97) слѣдуетъ понимать ея абсолютное значеніе, находимъ изъ неравенства (100):

$$\frac{\partial \mu}{\partial \eta} \leqq 0 \qquad (101).$$

Подставляя послѣдовательно въ уравненія (98), (99) и неравенство (101) выраженіе μ по уравненію (68), получимъ:

$$[\varepsilon]_{\eta=0} = \infty \qquad (102)$$

$$[\varepsilon]_{\eta=\infty} = 0 \qquad (103)$$

$$\frac{d\varepsilon}{d\eta} \leqq 0 \qquad (104)$$

Кромѣ того, изъ физическаго значенія обоихъ коэффиціентовъ очевидно, что при положительныхъ и не равныхъ нулю значеніяхъ η, функція ε сохраняетъ положительныя, конечныя значенія.

Попробуемъ теперь расширить наши свѣдѣнія объ этой интересной функціи посредствомъ анализа уравненія (79).

I. $\eta = 0$.

Представимъ уравненіе (79) въ такомъ видѣ:

$$\eta J \operatorname{Sin} \alpha = \operatorname{Cos} \alpha \left(KJ + \frac{1}{\varepsilon} \operatorname{Sin} \alpha\right) \qquad (105).$$

Переходя къ предѣламъ и принимая во вниманіе равенство (102), получимъ изъ уравненія (105):

$$\operatorname{Cos} \alpha_0 = 0 \qquad (106).$$

Равенство (106) показываетъ, что при отсутствіи тренія воздухъ движется по кругамъ въ ту или другую сторону (смотря по направленію градіента и по тому, въ какомъ полушаріи происходитъ явленіе).

Далѣе, изъ уравненія (105) имѣемъ:

$$\left\{\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\eta}\right\}_0 = \left\{\frac{J\,\mathrm{Sin}\,\alpha}{KJ + \frac{1}{\varepsilon}\,\mathrm{Sin}\,\alpha}\right\}_0 = \pm\frac{1}{K} \qquad (107).$$

Съ другой стороны, розыскивая тотъ-же предѣлъ по способу производныхъ (какъ розыскиваются значенія неопредѣленностей вида: $0/0$), будемъ имѣть:

$$\left\{\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\eta}\right\}_0 = -\left\{\frac{d\alpha}{d\eta}\,\mathrm{Sin}\,\alpha\right\}_0 = \mp\left\{\frac{d\alpha}{d\eta}\right\}_0 \qquad (108).$$

Изъ уравненій (107) и (108) находимъ:

$$\left\{\frac{d\alpha}{d\eta}\right\}_0 = -\frac{1}{K} \qquad (109).$$

Найдемъ теперь предѣлъ выраженія

$$\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\varepsilon\eta},$$

предполагая, что

$$\{\varepsilon\eta\}_0 = 0 \qquad (110).$$

Прилагая вышеупомянутый способъ производныхъ, получимъ:

$$\left\{\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\varepsilon\eta}\right\}_0 = -\left\{\frac{\frac{d\alpha}{d\eta}\cdot\mathrm{Sin}\,\alpha}{\varepsilon + \frac{d\varepsilon}{d\eta}\cdot\eta}\right\}_0 \qquad (111).$$

Предѣлъ

$$\left\{\frac{d\varepsilon}{d\eta}\right\}_0$$

опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

$$\{\varepsilon\eta\}_0 = \left\{\frac{\eta}{\frac{1}{\varepsilon}}\right\}_0 = \left\{\frac{1}{-\frac{\frac{d\varepsilon}{d\eta}}{\varepsilon^2}}\right\}_0 = -\left\{\frac{\varepsilon^2}{\frac{d\varepsilon}{d\eta}}\right\}_0,$$

откуда находимъ

$$\left\{\frac{d\varepsilon}{d\eta}\right\}_0 = -\left\{\frac{\varepsilon}{\eta}\right\}_0 \qquad (112).$$

Пользуясь равенствами (109) и (112), приводимъ равенство (111) къ такому виду:

$$\left\{\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\varepsilon\eta}\right\}_0 = \pm\infty. \qquad (113).$$

Съ другой стороны, раздѣляя равенство (107) на ε, получимъ въ предѣлѣ:

$$\left\{\frac{\cos\alpha}{\varepsilon\eta}\right\}_0 = 0 \qquad (114).$$

Равенства (113) и (114) противорѣчатъ другъ другу, а такъ какъ справедливость равенства (114) несомнѣнна, то равенство (113)—абсурдъ. Отсюда заключаемъ, что предположеніе (110), которое привело насъ къ невѣрному заключенію, неосновательно, и слѣдовательно:

$$\{\varepsilon\eta\}_0 > 0 \qquad (115).$$

Предположимъ теперь, что $\{\varepsilon\eta\}_0$ есть нѣкоторая конечная величина.

Ищемъ предѣлъ выраженія:

$$\left\{\frac{1}{\varepsilon\eta}\right\}_0 \left\{\frac{\cos\alpha}{\eta}\right\}_0 = \left\{\frac{\cos\alpha}{\varepsilon\eta^2}\right\}_0 = -\left\{\frac{\frac{d\alpha}{d\eta}\sin\alpha}{2\varepsilon\eta + \frac{d\varepsilon}{d\eta}\eta^2}\right\}_0$$

Пользуясь равенствами (109) и (112), находимъ:

$$\left\{\frac{1}{\varepsilon\eta}\right\}_0 \left\{\frac{\cos\alpha}{\eta}\right\}_0 = \pm\frac{1}{K}\left\{\frac{1}{\varepsilon\eta}\right\}_0.$$

Сокративъ это равенство на конечную величину $\{\varepsilon\eta\}_0$ мы получимъ уравненіе, тождественное съ равенствомъ (118), откуда и заключаемъ, что *предѣлъ* $\{\varepsilon\eta\}_0$ *можетъ быть конечной величиной.*

Наконецъ предположимъ, что:

$$\{\varepsilon\eta\}_0 = \infty \qquad (116).$$

Найдемъ предѣлъ выраженія

$$\varepsilon\eta \cos\alpha$$

по способу производныхъ (значеніе неопредѣленности $\frac{\infty}{\infty}$).

Имѣемъ:

$$\{\varepsilon\eta\cos\alpha\}_0 = \left\{\frac{\varepsilon\eta}{\frac{1}{\cos\alpha}}\right\}_0 = 0 \text{ [1]} \qquad (117).$$

Съ другой стороны, розыскивая тотъ-же предѣлъ какъ неопредѣленность $0/0$, получимъ:

$$\{\varepsilon\eta\cos\alpha\}_0 = \left\{\frac{\cos\alpha}{\frac{1}{\varepsilon\eta}}\right\}_0 = \pm\infty \qquad (118).$$

Равенства (117) и (118) противорѣчатъ другъ другу, откуда слѣдуетъ, что предположеніе (116) ошибочно.

---

1) Пропускаемъ промежуточныя стадіи вычисленія, примѣнявшіяся уже два раза.

Итакъ, *при* $\eta = 0$ *выраженіе* $\varepsilon\eta$ *имѣетъ конечный предѣлъ, неравный нулю:*

$$0 < \{\varepsilon\eta\}_0 < \infty \tag{119}$$

II. $\eta = \infty$.

Въ этомъ случаѣ, помножая уравненіе (105) на ε и переходя къ предѣламъ, получимъ:

$$\text{Sin}\,\alpha_\infty\left(J\{\varepsilon\eta\}_\infty - \text{Cos}\,\alpha_\infty\right) = 0 \tag{120}$$

Первое рѣшеніе этого уравненія

$$\text{Sin}\,\alpha_\infty = 0 \tag{121}$$

показываетъ, что *при безпредѣльномъ увеличеніи тренія, направленіе скорости вѣтра стремится совпасть съ направленіемъ градіента.*

Второе рѣшеніе

$$\text{Cos}\,\alpha_\infty = 0 \tag{122}$$

является при условіи

$$\{\varepsilon\eta\}_\infty = 0 \tag{123}$$

Это рѣшеніе, какъ мы уже видѣли, имѣло мѣсто также при

$$\eta = 0.$$

Но предѣлъ производной

$$\left(\frac{d\alpha}{d\eta}\right)_{\eta=0}$$

мы нашли неравнымъ нулю [1]). Слѣдовательно, функція $\alpha(\eta)$ при измѣненіи независимой перемѣнной η отъ нуля, непремѣнно должна измѣняться отъ начальнаго значенія; если-же, при безпредѣльномъ возрастаніи η, она снова стремится къ начальному значенію, сохраняя непрерывность, то она навѣрное испытываетъ «maximum» или «minimum» при нѣкоторомъ конечномъ значеніи η, не равномъ нулю. Другими словами производная

$$\frac{d\alpha}{d\eta}$$

должна обратиться въ нуль при этомъ значеніи η.

По уравненію (105) получаемъ такое выраженіе производной:

$$\frac{d\alpha}{d\eta} = -\frac{\text{Sin}^2\alpha}{\varepsilon^2}\left[\frac{\frac{d\varepsilon}{d\eta}\,\text{Cos}\,\alpha + \varepsilon^2 J}{KJ + \frac{\text{Sin}^3\alpha}{\varepsilon}}\right] \tag{124}$$

1) См. уравненіе (109).

Не трудно видѣть, что, при произвольныхъ значеніяхъ J и K, выраженіе (124) не обращается въ нуль при конечныхъ значеніяхъ η, не равныхъ нулю.

Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что рѣшеніе (122) не можетъ имѣть мѣста въ дѣйствительности, и слѣдовательно условіе (123) неосуществимо, т. е. въ дѣйствительности:

$$\{\varepsilon\eta\}_\infty > 0 \qquad (125).$$

Сопоставляя всѣ имѣющіяся въ нашемъ распоряженіи свойства функціи $\varepsilon(\eta)$, мы приходимъ къ заключенію, что простѣйшая зависимость:

$$\varepsilon\eta = n \qquad (126),$$

(гдѣ n — постоянное), удовлетворяетъ этимъ условіямъ наилучшимъ образомъ.

Дѣйствительно, полагая послѣдовательно въ формулѣ (126)

$$\eta = 0 \quad \text{и} \quad \eta = \infty,$$

получимъ для ε значенія, требуемыя уравненіями (102) и (103).

Далѣе, по формулѣ (126) имѣемъ:

$$\frac{d\varepsilon}{d\eta} = -\frac{n}{\eta^2} \leqq 0$$

—условіе, требуемое уравненіемъ (104).

Наконецъ, условія (119) и (125) очевидно выполнены, такъ какъ произведеніе $\varepsilon\eta$, при какихъ угодно значеніяхъ обоихъ коэффиціентовъ, сохраняетъ въ формулѣ (126) величину положительную, конечную и неравную нулю.

Формулу (126) слѣдуетъ разсматривать какъ эмпирическое выраженіе зависимости между коэффиціентами тренія воздуха въ тангенціальномъ и нормальномъ направленіяхъ относительно горизонтальной струи.

Тѣмъ не менѣе, формула эта въ примѣненіи къ нижней области атмосферы даетъ вполнѣ удовлетворительные результаты и стройную, хотя и идеальную, картину горизонтальныхъ движеній воздуха при различныхъ условіяхъ. Это даетъ основаніе предполагать, что и при болѣе широкой и реальной постановкѣ вопроса, чѣмъ принятая нами до сихъ поръ, формула (126) можетъ быть примѣнена съ большой пользой и привести уже къ практическимъ результатамъ.

Коэффиціентъ μ, введенный въ самомъ началѣ предлагаемаго труда, оказался функціей скорости вѣтра. Коэффиціентъ ε, входящій въ составъ этой функціи и независящій отъ скорости, оказался функціей величины η, характеризующей сопротивленіе, которое испытываетъ воздушная частица при поступательномъ движеніи.

Въ составъ этой послѣдней функціи входитъ уже абсолютно постоянная величина n,

которая не мѣняется ни съ измѣненіемъ физическаго состоянія атмосферы, ни съ удаленіемъ отъ земной поверхности въ верхніе слои, потому что связь между ε и η, по самому смыслу этихъ величинъ, должна быть совершенно непосредственная, постоянная при какихъ угодно условіяхъ.

Коэффиціентъ n, будучи постоянной величиной, можетъ имѣть различное числовое значеніе въ зависимости отъ принятой системы единицъ. На основаніи формулы (126) мы получаемъ для него такое «измѣреніе»:

$$[n] = \frac{\text{время}}{\text{длина}} \qquad (127).$$

Заканчивая свой трудъ, я позволю себѣ намѣтить путь, на которомъ предлагаемый мною методъ изслѣдованія можетъ привести къ существеннымъ результатамъ, и указать причины, которыя не позволили мнѣ самому использовать его до конца.

Въ синоптическомъ методѣ предсказанія погоды главную роль играютъ два фактора: *жизнеспособность* даннаго циклона (или антициклона) и *вѣроятное направленіе*, которое онъ приметъ отъ даннаго мѣста при дальнѣйшемъ передвиженіи въ атмосферѣ.

Жизнеспособность атмосфернаго возмущенія зависитъ всецѣло отъ величины угла α, образуемаго направленіемъ вѣтра съ градіентомъ [1]). Съ увеличеніемъ α, жизнеспособность возмущенія ростетъ, потому что, по мѣрѣ отклоненія вѣтра отъ градіента, увеличивается время, потребное на возстановленіе статическаго равновѣсія.

Посмотримъ, какъ вліяетъ на жизнеспособность циклоновъ и антициклоновъ увеличеніе механической интенсивности ихъ J (произведеніе изъ силы вѣтра на радіусъ-векторъ соотвѣтственной изобары).

На стр. 81 было указано, что въ антициклонѣ уголъ α возрастаетъ съ возрастаніемъ интенсивности J, т. е. *возникшій антициклонъ развивается механически (если посторонія причины тому не воспрепятствуютъ), ибо жизнеспособность его ростетъ вмѣстѣ съ интенсивностью.* Этимъ объясняется устойчивость и длительность возмущеній антициклоннаго характера.

Наоборотъ, въ циклонѣ уголъ α убываетъ съ возрастаніемъ интенсивности J, т. е. *увеличеніе механической интенсивности циклона уменьшаетъ его жизнеспособность.* Такимъ образомъ можно сказать, что циклоны въ самомъ своемъ развитіи носятъ зародышъ гибели и уничтоженія. Ясно, что развитіе и существованіе циклона невозможно объяснить однѣми механическими причинами, ибо циклонъ даже самый обширный и глубокій, будучи оставленъ на произволъ лишь однихъ механическихъ законовъ инерціи, исчезнетъ въ самомъ непродолжительномъ времени.

Ниже мы приведемъ другое доказательство, не менѣе убѣдительное, что циклонъ никоимъ образомъ не можетъ поддерживаться центробѣжной силой вращенія.

---

1) Подразумѣваю острый уголъ, отмѣриваемый отъ направленія градіента.

Далѣе, изъ сказаннаго на стр. 84 относительно вліянія величины K заключаемъ, что движеніе циклоновъ и антициклоновъ по направленію къ полюсамъ увеличиваетъ ихъ жизнеспособность. Этимъ объясняется общеизвѣстный фактъ, что циклоны, движущіеся по меридіанамъ къ полюсамъ, гораздо жизнеспособнѣе циклоновъ, имѣющихъ обратное направленіе.

Наконецъ изслѣдованіе величины η показало, что съ увеличеніемъ тренія уголъ α убываетъ. Этимъ объясняется отчасти тотъ фактъ, что по вертикали вверхъ направленіе вѣтра приближается къ изобарѣ.

Но вотъ другое слѣдствіе такой зависимости и болѣе интересное.

Извѣстно, что гигроскопическое состояніе воздуха сильно вліяетъ на величину внутренняго тренія: съ увеличеніемъ влажности треніе возрастаетъ. Одновременно съ этимъ направленіе вѣтра приближается къ градіенту, и жизнеспособность падаетъ. Отсюда такой выводъ: атмосферное возмущеніе, передвигаясь въ направленіи повышающейся влажности [1]), теряетъ свою жизнеспособность, и наоборотъ.

Для антициклона такой выводъ оправдывается безусловно, ибо извѣстно, съ какимъ упорствомъ держатся возмущенія этого типа (а съ ними и высокое давленіе) въ мѣстностяхъ съ сухимъ климатомъ.

Въ Сибири, представляющей одну изъ самыхъ сухихъ мѣстностей на земномъ шарѣ, имѣется, какъ извѣстно, постоянный антициклонъ, который въ зависимости отъ распредѣленія и степени влажности лишь мѣняетъ свои очертанія и высоту.

Что касается циклоновъ, то они совершенно не оправдываютъ вышеприведеннаго правила и поступаютъ какъ разъ обратно ему, т. е. стремятся преимущественно въ мѣста, гдѣ имѣются большіе запасы водяного пара, и если совокупность другихъ условій не препятствуетъ такому перемѣщенію, то интенсивность и область распространенія циклона начинаютъ увеличиваться.

Ясно, что чисто механическія причины, на основаніи которыхъ было выведено наше правило, перевѣшиваются въ данномъ случаѣ чѣмъ-то другимъ, чего мы вовсе не принимали въ разсчетъ. Не трудно видѣть, что это за причина, которая оказываетъ такое могущественное вліяніе на развитіе циклона.

При передвиженіи циклоническаго возмущенія въ сторону возрастающей влажности, выдѣленіе осадковъ изъ восходящихъ влажныхъ массъ воздуха сопровождается пониженіемъ давленія и такимъ неудержимымъ стремленіемъ вверхъ новыхъ насыщенныхъ паромъ потоковъ воздуха, что, не взирая на уменьшеніе α, интенсивность циклона растетъ. Такимъ образомъ возрастаніе величины J беретъ перевѣсъ надъ убываніемъ угла α.

Не убѣждаемся-ли мы изъ этого, что, если *существованіе и развитіе антициклона можно объяснить одними механическими причинами*, то этого никоимъ образомъ нельзя сдѣлать относительно циклона?

1) Трудно судить a priori, играетъ-ли тутъ роль влажность въ собственномъ смыслѣ этого слова (такъ называемая «относительная») или абсолютное содержаніе водяного пара.

Приходится признать, что *циклонъ есть преимущественно явленіе термодинамическое, которое требуетъ для своего существованія непрерывнаго расхода тепловой энергіи, перерабатываетъ ее въ живую силу движенія, и если не получаетъ новыхъ запасовъ скрытой теплоты въ видѣ влажнаго воздуха, то быстро разрушается.*

Укажемъ еще на одну характерную особенность циклоновъ.

Величина

$$J = v\rho \qquad (128)$$

является постоянной для такого атмосфернаго возмущенія, въ которомъ нѣтъ потоковъ воздуха, наклонныхъ къ горизонту (см. курсивъ на стр. 72). Но мы видѣли, что самое существованіе циклона объясняется восходящими потоками воздуха, и очевидно, что стремительность этихъ потоковъ и уголъ, образуемый ими съ горизонтомъ, возрастаютъ по мѣрѣ приближенія къ оси возмущенія. Слѣдовательно, изъ горизонтальной плоскости у поверхности земли теряется по мѣрѣ приближенія къ центру все больше и больше воздуха (у центра уже весь воздухъ, притекшій съ окраинъ, оказывается утекшимъ въ высшіе слои). Отсюда слѣдуетъ, что горизонтальная скорость потоковъ воздуха въ упомянутой плоскости у поверхности земли будетъ возрастать совсѣмъ не такъ быстро съ приближеніемъ къ центру, какъ это было бы безъ потери воздуха вверхъ и какъ этого требуетъ уравненіе (128) при

$$J = const.$$

Отсюда въ свою очередь заключаемъ, что величина J убываетъ по направленію къ центру, обращаясь въ самомъ центрѣ въ нуль. Припоминая зависимость между α и J, мы приходимъ къ заключенію, что *уголъ между градіентомъ и направленіемъ вѣтра въ циклонѣ (въ нижней области конечно) увеличивается съ приближеніемъ къ центру, стремясь достигнуть величины прямого угла.*

Отсюда и другой выводъ, что жизнеспособность циклона быстро уменьшается по направленію отъ центра къ окраинамъ, благодаря чему *въ циклонахъ какой угодно величины и интенсивности окраины являются крайне неустойчивыми, отчего и очертанія циклона непрерывно мѣняются и отъ самыхъ ничтожныхъ причинъ.*

Кому приходилось имѣть дѣло съ синоптическими картами, тотъ знаетъ, до чего ненадежны формы крайнихъ изобаръ даже при самомъ глубокомъ минимумѣ. Невозможно иной разъ уловить и предусмотрѣть причины, отъ которыхъ изобары вдругъ начинаютъ вытягиваться и кривиться, несмотря на устойчивый путь минимума, появляются отростки, изъ которыхъ развиваются второстепенные циклоны,—и все это въ самое короткое время.

Ничего подобнаго мы не видимъ въ антициклонахъ, которые и въ своихъ медленныхъ передвиженіяхъ или даже въ совершенной неподвижности очень мало отзывчивы къ внѣшнимъ вліяніямъ, по отношенію къ формѣ изобаръ. Особенно разительно бросается въ глаза это коренное несходство при встрѣчѣ циклона и антициклона. Изобары перваго еще издали

начинаютъ обнаруживать стремленіе минимума уклониться отъ встрѣчи; форма ихъ въ головной части удлинняется и даже изгибается внутрь циклона, причемъ эта извилина перебѣгаетъ съ одного мѣста на другое.

Если обстоятельства складываются такимъ образомъ, что путь минимума всетаки направленъ къ антициклону, то результатъ бываетъ въ большинствѣ случаевъ одинъ и тотъ-же: циклонъ будетъ разрѣзанъ пополамъ или вовсе разрушенъ.

Между тѣмъ антициклонъ переноситъ это своеобразное столкновеніе очень стойко, и форма его изобаръ мѣняется мало.

Объясняется это слѣдующимъ обстоятельствомъ.

Въ нижней области антициклона, какъ и въ циклонѣ, величина J убываетъ по направленію къ центру, стремясь къ нулю; но на измѣненіе угла α это обстоятельство вліяетъ противоположнымъ, чѣмъ въ циклонѣ, образомъ. Именно, уголъ α въ антициклонѣ съ приближеніемъ къ центру стремится къ нулю, или, иначе говоря, *жизнеспособность антициклона увеличивается отъ центра къ окраинамъ.* Благодаря этому, положеніе максимума въ антициклонѣ не столь устойчиво, какъ въ циклонѣ; на нѣкоторомъ пространствѣ точка наивысшаго давленія блуждаетъ подъ вліяніемъ самыхъ неуловимыхъ причинъ. Зато окраины антициклона, наоборотъ, обладаютъ весьма значительной устойчивостью, какъ въ отношеніи формы изобаръ, такъ и въ отношеніи интенсивности возмущенія. Это характерное различіе въ свойствахъ циклона и антициклона на ихъ окраинахъ и сказывается при встрѣчѣ этихъ возмущеній.

Изъ этого краткаго резюме, мнѣ кажется, ясно видно, что и при такомъ чисто механическомъ способѣ изслѣдованія, какой развитъ въ предлагаемомъ трудѣ, уже является возможность составить представленіе (хотя и далеко неполное) о тѣхъ вліяніяхъ, какимъ подвержена жизнеспособность атмосферныхъ возмущеній.

Вопросъ-же о *вѣроятномъ направленіи* минимума или максимума остается открытымъ и не можетъ быть въ настоящее время рѣшенъ сколько-нибудь научно по слѣдующей причинѣ.

Безспорно основнымъ факторомъ передвиженія возмущеній въ атмосферѣ является суточное обращеніе земли, потому что всякій вихрь, ось котораго вынуждается мѣнять свое направленіе въ пространствѣ, начинаетъ двигаться такимъ образомъ, чтобы измѣненіе направленія оси его было *наименьшимъ*, какое возможно при данной совокупности обстоятельствъ. Зная эти обстоятельства, мы можемъ вычислить совершенно опредѣленно путь вихря.

И среди этихъ-то обстоятельствъ есть одно, представляющее пока непреодолимое затрудненіе. Для того, чтобы воспользоваться фундаментальной формулой:

$$\varepsilon\eta = n$$

въ полномъ объемѣ, нужно знать *законъ, по которому измѣняется коэффиціентъ тренія η (или ε) въ атмосферѣ на различныхъ высотахъ надъ поверхностью земли.*

Предположимъ, что мы имѣемъ возможность опредѣлить зависимость коэффиціента η отъ плотности, температуры и гигроскопическаго состоянія воздуха [1]).

Тогда представляется возможнымъ опредѣлить функцію η (h), но для этого необходимо изучить предварительно на различныхъ высотахъ въ свободной атмосферѣ законы измѣненія температуры, влажности и плотности воздуха.

Въ новѣйшее время такія изслѣдованія производятся въ Европѣ и Америкѣ по однообразной международной системѣ какъ правительственными учрежденіями, такъ и частными лицами, несущими свою энергію и матеріальныя средства на пользу великаго дѣла. И весьма возможно, что мы стоимъ наканунѣ такихъ открытій въ этой области, которыя поставятъ наконецъ синоптическую метеорологію на строго научную почву и дадутъ возможность въ дѣлѣ краткосрочныхъ предсказаній погоды пользоваться разъ навсегда выработанными механическими пріемами.



1) Вопросъ этотъ, при всей сложности, можетъ быть сведенъ на почву лабораторныхъ изслѣдованій.

Каталогъ метеорологическихъ станцій

II разряда, снабженныхъ флюгеромъ Вильда, на пространствѣ 11 губерній: Калужской, Орловской, Тульской, Рязанской, Тамбовской, Кіевской, Черниговской, Полтавской, Курской, Харьковской и Воронежской, по Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г.

№№	Названіе станціи. [1]	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
	I. *Калужская* губ.		
1	Николо-Долъ *	54°43′	36°28′
2	Сугоново	54 41	36 42
3	Жиздра	53 45	34 44
4	Елизаветинскій Хуторъ * . . .	54 24	34 25
5	Никольское *	54 18	33 53
6	Лихвинское Лѣсничество * . . .	53 54	36 11
	II. *Орловская* губ.		
7	Орелъ (городъ)	52 58	36 04
8	Орелъ (древесный питомникъ) *	» »	» »
9	Кромы *	52 41	35 46
10	Елецъ (станція жел. дор.) . . .	52 38	38 31
	III. *Тульская* губ.		
11	Тула	54 12	37 37
12	Скуратово	53 34	37 00
13	Ефремовъ	53 08	38 07
14	Паньково	53 03	37 32
	IV. *Рязанская* губ.		
15	Рязань (станція жел. дор.) . . .	54°38′	39°45′
16	Рязань (учительская семинарія)	» »	» »
17	Гулынки	54 14	40 00
18	Ряжскъ (станція жел. дор.) . . .	53 43	40 04
19	Гремячка	53 29	39 31
20	Данковъ	53 15	39 09
	V. *Тамбовская* губ.		
21	Елатьма	54 58	41 45
22	Земетчино	53 30	42 37
23	Матчерка.	53 26	42 42
24	Моршанскъ (реальное училище)	53 26	41 50
25	Сосновка	53 14	41 23
26	Козловъ	52 53	40 31
27	Тамбовъ (учительская семинарія)*	52 44	41 28
28	Кирсановъ	52 39	42 43
29	Липецкъ	52 37	39 36
30	Уварово	52 00	42 16
31	Шовское *	53 03	39 25

1) Звѣздочкой отмѣчены станціи, матеріаломъ которыхъ не пришлось воспользоваться или вслѣдствіе недостаточной надежности его, или вслѣдствіе чрезмѣрной удаленности этихъ станцій отъ ближайшихъ сосѣднихъ станцій.

№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
	VI. *Кіевская* губ.		
32	Кіевъ	50°27′	30°30′
33	Коростышевъ	50 19	29 03
34	Кагарлыкъ	49 52	30 50
35	Житнегоры	49 46	30 27
36	Мартыновка *	49 38	31 17
37	Ольховецъ *	49 35	31 00
38	Плисково-Андрушевская ферма.	49 21	29 11
39	Плисково-Андрушевскій заводъ	49 20	29 10
40	Алексѣевская (Николаевка) . . .	49 11	31 49
41	Шпола	49 00	31 23
42	Баландино	48 56	31 57
43	Златополь	48 49	31 39
44	Умань	48 45	30 13
45	Казатинъ	49 43	28 52
46	Христиновка	48 51	29 58
	VII. *Черниговская* губ.		
47	Новозыбковъ *	52 32	31 56
48	Ваганичи	52 01	31 27
49	Новгородъ-Сѣверскъ	52 01	33 16
50	Шостенскій заводъ *	51 52	33 30
51	Глуховъ	51 41	33 55
52	Конотопъ	51 14	33 14
53	Малый Самборъ	51 06	33 04
54	Щастновка	50 39	31 30
55	Котляково *	53 17	33 15
56	Халанскій Хуторъ *	52 11	33 44
57	Лихачевъ *	51 08	31 31

№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
	VIII. *Полтавская* губ.		
58	Згуровка	50°30′	31°46′
59	Лохвица	50 22	33 16
60	Лубны (гимназія)	50 01	33 02
61	Лубны (сел.-хозяйст. школа) * .	49 59	33 00
62	Миргородъ	49 58	33 37
63	Рециковщина	49 52	31 59
64	Золотоноша	49 40	32 03
65	Полтава (опытное поле)	49 35	34 34
66	Карловка	49 27	35 08
67	Кременчугъ (станція жел. дор.) *	49 04	33 24
	IX. *Курская* губ.		
68	Поныри	52 19	36 14
69	Уютное	52 04	35 05
70	Курскъ	51 45	36 12
71	Среднія-Апочки *	51 31	37 42
72	Погожее	51 36	37 16
73	Коренево	51 24	34 54
74	Богородицкое	51 10	37 21
75	Рождественское-Гуево	51 05	35 16
76	Кучеровъ Хуторъ	51 01	35 25
77	Казачье	50 49	36 53
78	Холодный Хуторъ *	50 43	37 58
79	Чихмаревка (Горки) *	51 20	36 02
80	Николаевка *	50 29	36 17
	X. *Харьковская* губ.		
81	Николаевка	51 04	34 40
82	Сумы	50 54	34 48

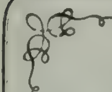
№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.	№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
83	Угроѣды	50°52′	35°17′				
84	Тростянецъ (Смородино)	50 28	34 58		XI. *Воронежская* губ.		
85	Ивановская опытная станція . .	50 24	35 50	97	Конь-Колодезь	52°08′	39°10′
86	Рубежное	50 10	36 49	98	Рамонь *	51 55	39 22
87	Дергачи *	50 04	36 09	99	Воронежъ (кадетскій корпусъ) .	51 40	39 13
88	Должикъ	50 03	35 20	100	Нижнедѣвитскъ.	51 33	38 22
89	Харьковъ (Университетъ) * . .	50 00	36 14	101	Калиновскій Хуторъ.	51 10	41 37
90	Алексѣевка *	49 56	35 21	102	Бобровъ	51 06	40 03
91	Асѣевка	49 22	36 41	103	Каменная Степь	51 03	40 42
92	Стрѣльцовскій заводъ *	49 19	39 55	104	Сагуны *	50 36	39 43
93	Старобѣльскъ	49 17	38 54	105	Павловскъ *	50 27	40 06
94	Изюмъ *	49 11	37 17	106	Богучаръ	49 56	40 34
95	Деркульское лѣсничество * . . .	49 03	39 48	107	Гнилуша *	51 53	38 47
96	Бѣлополье *	51 09	34 19	108	Табунный Хуторъ *	51 04	41 17



КАРТА

расположенія метеорологическихъ станцій
II-го разряда на пространствѣ 11 губерній:
Калужской, Орловской, Тульской
Рязанской, Тамбовской, Кіевской,
Черниговской, Полтавской, Курской
Харьковской и Воронежской
въ 1900 г.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIIIᵉ SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. | CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 10. | Volume XV. № 10.

SUR
L'ÉQUATION DE CLAIRAUT
ET LES ÉQUATIONS PLUS GÉNÉRALES
DE LA THÉORIE DE LA FIGURE DES PLANÈTES.

PAR

A. Liapounoff.

(Lu le 28 janvier 1904.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. — Prix: 2 Mrk. 50 Pf.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIIIe SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. | CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

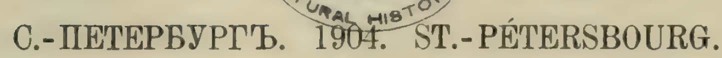
Томъ XV. № 10. | **Volume XV. № 10.**

SUR L'ÉQUATION DE CLAIRAUT ET LES ÉQUATIONS PLUS GÉNÉRALES DE LA THÉORIE DE LA FIGURE DES PLANÈTES.

PAR

A. Liapounoff.

(Lu le 28 janvier 1904.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у коммиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,

Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,

Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,

М. В. Клюкина въ Москвѣ,

Е. П. Распопова въ Одессѣ,

Н. Киммеля въ Ригѣ,

Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,

Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,

N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,

N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,

M. Klukine à Moscou,

E. Raspopof à Odessa,

N. Kymmel à Riga,

Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,

Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. — Prix: 2 Mrk. 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрѣль 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ.*

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

Clairaut, dans sa *Théorie de la figure de la Terre*, est arrivé à l'équation

$$(1) \qquad z\int_0^a \rho\, a^2\, da - \frac{a^{-2}}{5}\int_0^a \rho\, \frac{da^5 z}{da}\, da - \frac{a^3}{5}\int_a^A \rho\, \frac{dz}{da}\, da = Na^3,$$

où ρ désigne une fonction de a qu'on suppose donnée, A un nombre positif donné et N une constante connue.

La question consiste à déterminer, d'après cette équation, z comme fonction de a, la variable a étant comprise dans l'intervalle $(0, A)$.

Dans une théorie plus complète, qui a été développée par Legendre et Laplace, on se rencontre avec une équation plus générale, savoir:

$$(2) \qquad z\int_0^a \rho\, a^2\, da - \frac{a^{-m}}{2m+1}\int_0^a \rho\, \frac{\partial a^{m+3} z}{da}\, da - \frac{a^{m+1}}{2m+1}\int_a^A \rho\, \frac{da^{2-m} z}{da}\, da = a^3 W,$$

où m est un entier positif et W une fonction donnée de a.

Dans ces équations ρ représente la densité de la terre ou de la planète considérée, supposées formées des couches infiniment minces de densité constante, ces couches étant limitées par des surfaces peu différentes de celles des sphères concentriques dont les rayons sont donnés par les valeurs de a.

Dans la théorie dont il s'agit on admet que ρ est une fonction décroissante de a. Mais dans l'étude des équations (1) et (2) on fait, à l'égard de cette fonction, encore certaines suppositions de nature analytique.

Par exemple, Tisserand, dans son *Traité de Mécanique Céleste*, suppose que ρ est développable, pour toutes les valeurs de a entre O et A, en une série de la forme

$$\rho = \rho_0(1 - A_1 a^{\alpha_1} + A_2 a^{\alpha_2} + \ldots),$$

où tous les α sont des nombres positifs, et M. Callandreau, dans son *Mémoire sur la théorie de la figure des planètes* (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XIX), suppose même que ρ est une fonction holomorphe de a.

Dans ce qui suit, nous nous proposons d'étudier les équations (1) et (2) en supposant seulement que ρ est une fonction finie et positive qui ne croît jamais, quand a croît de 0 à A.

D'ailleurs, loin d'admettre pour ρ une expression analytique quelconque, nous ne supposerons pas même que ce soit une fonction continue; de sorte que, pour certaines valeurs de a, ρ pourra varier brusquement, et ce pourra même arriver une infinité de fois dans l'intervalle $(0, A)$.

D'après la notion même de densité, la fonction ρ ne pourra avoir de valeur déterminée que là où elle est continue. Donc, en nous plaçant au point de vue général que nous venons d'indiquer, nous devons préciser comment nous regarderons ρ comme une fonction décroissante donnée de a, définie dans l'intervalle $(0, A)$.

Concevons une fonction $\varphi(a)$ ayant une valeur positive déterminée pour toute valeur de a dans l'intervalle $(0, A)$ et ne croissant jamais quand a croît de 0 à A.

Cette fonction variant ainsi toujours dans le même sens, on aura, pour chaque valeur de a intermédiaire entre 0 et A, des valeurs limites déterminées $\varphi(a+0)$ et $\varphi(a-0)$, en entendant par ces notations, suivant l'usage, les limites vers lesquelles tendent $\varphi(a+\varepsilon)$ et $\varphi(a-\varepsilon)$, lorsque le nombre positif ε tend vers zéro.

Pour ces valeurs limites, on aura toujours

$$\varphi(a-0) \geqq \varphi(a) \geqq \varphi(a+0),$$

et si l'on a

$$\varphi(a+0) = \varphi(a-0),$$

la fonction φ sera continue pour la valeur considérée de a. Comme on sait, dans tout intervalle, quelque petit qu'il soit, il y aura une infinité de pareilles valeurs de a.

Cela posé, et en partant d'une fonction φ quelconque qui satisfait aux conditions énoncées, nous admettrons qu'on ait

$$\rho = \varphi(a),$$

pour toute valeur de a pour laquelle la fonction φ est continue.

De cette manière la fonction ρ sera définie pour un certain ensemble de valeurs de a, et cet ensemble contiendra une infinité de nombres dans le voisinage de tout nombre α entre 0 et A.

D'ailleurs, si l'on fait tendre a vers α, par une suite des valeurs appartenant à cet ensemble et toutes inférieures ou toutes supérieures à α, la fonction ρ tendra vers une limite déterminée qui coïncidera avec $\varphi(\alpha-0)$ ou $\varphi(\alpha+0)$.

Quant à la valeur $a=\alpha$ elle-même, le nombre α étant différent de 0 et de A, la fonction ρ n'aura de valeur déterminée que si $\varphi(\alpha+0) = \varphi(\alpha-0)$. Toutefois nous supposerons que, dans tous les cas, le symbole $\rho(\alpha)$ ne peut représenter que des nombres compris entre $\varphi(\alpha+0)$ et $\varphi(\alpha-0)$.

Enfin, pour $a = 0$ et pour $a = A$, nous attribuerons à ρ des valeurs déterminées que nous définirons, en les nommant respectivement ρ_0 et ρ_1, par les formules

$$\rho_0 = \varphi(+0), \qquad \rho_1 = \varphi(A - 0).$$

C'est ainsi que la fonction ρ sera supposée définie.

En ce qui concerne la fonction W qui figure dans l'équation (2), nous la supposerons continue dans l'intervalle $(0, A)$. De plus, nous supposerons que la dérivée $\frac{dW}{da}$ existe et soit continue pour toutes les valeurs de a dans cet intervalle, sauf, peut-être, pour $a = 0$, quand elle pourra devenir infinie, mais cela de telle manière que $a\frac{dW}{da}$ tende, pour $a = 0$, vers une limite déterminée *).

Ainsi W et $\frac{daW}{da}$ seront continues dans l'intervalle $(0, A)$; et nous avons montré ailleurs que cette circonstance a effectivement lieu pour les équations de la forme (2) qui se présentent dans la théorie de la figure des planètes **).

Dans ces suppositions, nous allons étudier l'équation (2), que nous considérerons en elle-même, en faisant abstraction de la théorie qui lui a donné naissance.

I. — Quelques propositions générales.

1. Afin de faciliter l'exposition ultérieure, nous nous arrêterons d'abord à quelques propositions générales dont nous aurons à nous servir dans notre étude.

Nous commencerons par certaines propositions élémentaires, pour la plupart connues, ou, du moins, appartenant à la catégorie de ces propositions presque evidentes dont on ne peut pas dire qu'on ne les connaissait pas. Nous croyons toutefois utile de les exposer, pour fixer notre point de vue et ne laisser lieu à aucun malentendu.

Ne considérant que des quantités réelles, désignons par $F(x)$ une fonction quelconque ayant une valeur déterminée pour toute valeur de x dans un certain intervalle (α, β) et y *limitée* (c. à d. ne surpassant pas, en valeur absolue, une certaine limite).

Puis, en supposant, pour fixer les idées, $\beta > \alpha$, désignons par $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ des nombres quelconques vérifiant les inégalités

$$a < x_1 < x_2 < \ldots < x_{n-1} < \beta,$$

et posons encore $x_0 = \alpha$, $x_n = \beta$.

---

*) Comme la fonction W est supposée continue pour $a = 0$, cette limite ne pourra, évidemment, être que zéro.

**) *Voir* le Mémoire intitulé *Recherches dans la théorie de la figure des corps célestes* (Mém. de l'Académie des Sciences, VIII série, vol. XIV, № 7).

La fonction $F(x)$, qui est limitée dans l'intervalle (α, β), admettra dans l'intervalle (x_{i-1}, x_i), i étant un des nombres $1, 2, 3, \ldots, n$, une limite supérieure et une limite inférieure. Soient donc, pour cet intervalle: L_i sa limite supérieure *précise* et l_i sa limite inférieure *précise*; de sorte que, ξ_i étant un nombre quelconque de l'intervalle (x_{i-1}, x_i), nous aurons

$$l_i \leqq F(\xi_i) \leqq L_i,$$

et chacune des différences

$$L_i - F(\xi_i), \qquad F(\xi_i) - l_i$$

pourra être rendue, par le choix de ξ_i, aussi petite qu'on voudra.

Cela posé, considérons la somme

$$\sum F(\xi_i)(x_i - x_{i-1}), \tag{3}$$

étendue à toutes les valeurs de i dans la suite $1, 2, 3, \ldots, n$, et supposons que le nombre n augmente indéfiniment, tandis que les différences

$$x_1 - \alpha, \quad x_2 - x_1, \quad \ldots, \quad x_{n-1} - x_{n-2}, \quad \beta - x_{n-1}$$

tendent toutes vers zéro.

Pour que cette somme tende, dans les circonstances signalées, vers une limite déterminée, indépendante de la loi suivant laquelle varient les nombres x_i, ξ_i, il est évidemment nécessaire que, dans les mêmes circonstances, on ait

$$\lim \sum (L_i - l_i)(x_i - x_{i-1}) = 0. \tag{4}$$

On sait d'ailleurs que cette condition est suffisante, et toutes les fois qu'elle est remplie on pose

$$\int_\alpha^\beta F(x)\,dx = \lim \sum F(\xi_i)(x_i - x_{i-1}).$$

C'est la définition la plus usuelle de l'intégrale, et c'est elle que nous adopterons, en ce qui concerne le cas où la fonction à intégrer est limitée dans l'intervalle considéré.

Toute fonction $F(x)$, pour laquelle la condition (4) est satisfaite, sera dite *intégrable* dans l'intervalle (α, β).

De cette notion d'intégrabilité on déduit plusieurs propositions générales, dont les plus connues sont les suivantes:

I. La somme et le produit de deux fonctions intégrables dans un certain intervalle y sont encore intégrables.

II. Toute fonction, qui est continue dans un certain intervalle, y est intégrable.

III. Toute fonction, qui est limitée dans un certain intervalle (α, β) et qui ne peut varier, quand la variable indépendante croît de α à β, que dans *un* sens (toujours en croissant ou toujours en décroissant), est intégrable dans cet intervalle.

On établit aussi facilement cette proposition:

IV. Si y est une fonction de x intégrable dans l'intervalle (α, β) et ne pouvant prendre que des valeurs comprises entre les nombres l et L, toute fonction de y, qui est continue, tant que y, considéré comme une variable indépendante, se trouve dans l'intervalle (l, L), est une fonction de x intégrable dans l'intervalle (α, β).

On sait que, si $F(x)$ est une fonction intégrable dans un certain intervalle, tout intervalle, qui est compris dans celui-ci, quelque petit qu'il soit, contiendra une infinité de valeurs de x pour lesquelles la fonction $F(x)$ sera continue. Donc, dans l'expression (3), on pourra toujours prendre, pour les ξ_i, des valeurs de x, pour lesquelles $F(x)$ est continue.

On en conclut que, $F(x)$ et $F_1(x)$ étant des fonctions intégrables dans l'intervalle (α, β), si pour toute valeur de x, pour laquelle la fonction $F(x)$ est continue, on a $F_1(x) = F(x)$, on aura

$$\int_\alpha^\beta F_1(x)\,dx = \int_\alpha^\beta F(x)\,dx.$$

De là on voit que, si l'on a à considérer une intégrale de la forme

$$\int_\alpha^\beta F(x)\,f(y)\,dx,$$

où $y = \varphi(x)$ est une fonction croissante ou décroissante, dont toutes les valeurs dans l'intervalle (α, β) sont comprises entre les nombres l et L, $f(y)$ une fonction continue de y dans l'intervalle (l, L) et $F(x)$ une fonction quelconque intégrable dans l'intervalle (α, β), on pourra, sans faire intervenir une indétermination dans la valeur de l'intégrale, laisser indéterminées les valeurs de $\varphi(x)$, qui correspondent aux valeurs de x pour lesquelles cette fonction est discontinue, en supposant seulement que $\varphi(x)$ se trouve toujours entre les nombres $\varphi(x - 0)$ et $\varphi(x + 0)$.

C'est ainsi que les intégrales que nous aurons à considérer dans la suite, et dans lesquelles figurera la fonction décroissante ρ, auront des valeurs déterminées, bien que cette fonction ne soit déterminée que là où elle est continue.

Signalons encore la forme sous laquelle on pourra employer, dans les conditions considérées, la formule d'intégration par parties.

Soient $f(x)$ et $f_1(x)$ des fonctions intégrables dans l'intervalle (α, β) et, par suite, intégrables dans tout intervalle qui est compris dans celui-ci.

Alors, si l'on pose

$$\int_\alpha^x f(x)\,dx + C = F(x), \qquad \int_\alpha^x f_1(x)\,dx + C_1 = F_1(x),$$

C, C_1 étant des constantes, $F(x)$ et $F_1(x)$ seront des fonctions continues dans l'intervalle (α, β), et l'on aura

$$\int_\alpha^\beta F(x) f_1(x)\,dx = F(\beta) F_1(\beta) - F(\alpha) F_1(\alpha) - \int_\alpha^\beta F_1(x) f(x)\,dx,$$

ce qui est la formule requise.

2. Soit $\varphi(x)$ une fonction limitée dans l'intervalle (α, β) et ne variant, quand x croît de α à β, que dans *un* sens.

En entendant par $f(x)$ une fonction quelconque *continue* dans cet intervalle et en introduisant les nombres x_i, ξ_i du numéro précédent, considérons la somme

$$S = \sum \varphi(\xi_i)\,[f(x_i) - f(x_{i-1})],$$

étendue aux valeurs de i dans la suite $1, 2, 3, \ldots, n$.

Nous allons montrer que cette somme tendra vers une limite déterminée toutes les fois que, n croissant indéfiniment, les différences

$$x_1 - \alpha, \qquad x_2 - x_1, \qquad \ldots, \qquad x_{n-1} - x_{n-2}, \qquad \beta - x_{n-1}$$

tendent vers zéro.

A cet effet nous remarquons qu'on peut écrire

$$\begin{aligned} S = {} & \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - f(\alpha)[\varphi(\xi_1) - \varphi(\alpha)] - f(x_1)[\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)] \\ & - f(x_2)[\varphi(\xi_3) - \varphi(\xi_2)] - \ldots - f(x_{n-1})[\varphi(\xi_n) - \varphi(\xi_{n-1})] - f(\beta)[\varphi(\beta) - \varphi(\xi_n)], \end{aligned}$$

car nous avons admis $x_0 = \alpha$, $x_n = \beta$; et si nous posons encore $\xi_0 = \alpha$, $\xi_{n+1} = \beta$, nous pourrons présenter cette expression sous la forme

$$S = \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - \sum f(x_j)\,[\varphi(\xi_{j+1}) - \varphi(\xi_j)],$$

la somme étant étendue à toutes les valeurs de j dans la suite $0, 1, 2, \ldots, n$.

Pour aller plus loin, posons

$$\varphi(x) = \varphi,$$

en entendant par φ une variable pouvant recevoir toutes les valeurs entre les nombres $\varphi(\alpha)$ et $\varphi(\beta)$, et en nous restreignant à cet intervalle, considérons x comme fonction de φ.

Quand φ croîtra, cette fonction, que nous désignerons par $x(\varphi)$, ne pourra évidemment varier que dans *un* sens. Mais, en général, ce ne sera pas une fonction continue, et pour toute valeur de φ, pour laquelle elle deviendra discontinue, on pourra lui attribuer toute valeur entre les nombres $x(\varphi - 0)$ et $x(\varphi + 0)$. Néanmoins, d'après ce que nous avons vu au numéro précédent, l'intégrale

$$\int_a^b x(\varphi)\, d\varphi,$$

a, b étant compris entre $\varphi(\alpha)$ et $\varphi(\beta)$, aura une valeur parfaitement déterminée, et l'intégrale

$$\int_a^b f(x)\, d\varphi$$

sera dans le même cas, car la fonction $f(x)$ est supposée continue par rapport à x.

Cela posé et en faisant pour abréger

$$\varphi(\xi_j) = \varphi_j,$$

considérons l'intégrale

$$\int_{\varphi_j}^{\varphi_{j+1}} f(x)\, d\varphi.$$

Cette intégrale est égale à

$$f(x_j')\,(\varphi_{j+1} - \varphi_j),$$

x_j' étant un certain nombre intermédiaire

$$\text{entre} \quad x(\varphi_j + 0) \quad \text{et} \quad x(\varphi_{j+1} - 0), \quad \text{si} \quad \varphi_{j+1} > \varphi_j,$$

$$\text{et entre} \quad x(\varphi_j - 0) \quad \text{et} \quad x(\varphi_{j+1} + 0), \quad \text{si} \quad \varphi_{j+1} < \varphi_j;$$

d'où l'on voit que x_j' sera un nombre appartenant à l'intervalle (ξ_j, ξ_{j+1}).

En exprimant ainsi les intégrales de cette forme et en remarquant que

$$\sum \int_{\varphi_j}^{\varphi_{j+1}} f(x)\, d\varphi = \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\, d\varphi,$$

nous aurons

$$S + \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\, d\varphi - \varphi(\beta) f(\beta) + \varphi(\alpha) f(\alpha) = \sum [f(x_j') - f(x_j)]\, [\varphi(\xi_{j+1}) - \varphi(\xi_j)],$$

et l'on peut remarquer que le nombre x_j, qui figure sous le signe de la somme, de même que x_j', appartient à l'intervalle (ξ_j, ξ_{j+1}).

Or, si l'on désigne par η le plus grand des nombres

$$|f(x_0')-f(x_0)|, \quad |f(x_1')-f(x_1)|, \quad \ldots, \quad |f(x_n')-f(x_n)|,$$

le second membre de l'égalité obtenue ne pourra surpasser en valeur absolue la quantité

$$\eta\,|\varphi(\beta)-\varphi(\alpha)|,$$

car, par la nature de la fonction $\varphi(x)$, les différences

$$\varphi(\xi_1)-\varphi(\xi_0), \quad \varphi(\xi_2)-\varphi(\xi_1), \quad \ldots, \quad \varphi(\xi_{n+1})-\varphi(\xi_n),$$

tant qu'elles ne sont pas nulles, ont le même signe.

D'autre part, les différences

$$x_1-\alpha, \quad x_2-x_1, \quad \ldots, \quad x_{n-1}-x_{n-2}, \quad \beta-x_{n-1}$$

tendant vers zéro, les différences

$$\xi_1-\alpha, \quad \xi_2-\xi_1, \quad \ldots, \quad \xi_n-\xi_{n-1}, \quad \beta-\xi_n,$$

et par suite celles-ci

$$x_0'-x_0, \quad x_1'-x_1, \quad \ldots, \quad x_n'-x_n,$$

tendront encore vers zéro.

Donc, la fonction $f(x)$ étant continue, le nombre η tendra vers zéro, et notre égalité donnera

$$\lim S=\varphi(\beta)f(\beta)-\varphi(\alpha)f(\alpha)-\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\,d\varphi.$$

Ainsi l'on voit que la somme considérée tend bien vers une limite indépendante de la loi suivant laquelle varient les nombres x_i, ξ_i. D'ailleurs, comme on peut prendre, pour les ξ_i, des valeurs de x pour lesquelles $\varphi(x)$ est continue, on voit que cette limite ne dépendra point des valeurs qu'on attribue à $\varphi(x)$ là où cette fonction devient discontinue.

Nous poserons

$$\lim\sum\varphi(\xi_i)\,[f(x_i)-f(x_{i-1})]=\mathop{S}_{\alpha}^{\beta}\varphi(x)\,\Delta f(x). \tag{5}$$

Alors l'égalité que nous venons d'obtenir s'écrira ainsi

$$\mathop{S}_{\alpha}^{\beta}\varphi(x)\,\Delta f(x)=\varphi(\beta)f(\beta)-\varphi(\alpha)f(\alpha)-\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\,d\varphi \tag{6}$$

et représentera une certaine extension de la formule d'intégration par parties.

Remarquons qu'une pareille extension a été signalée par Stieltjes dans son Mémoire couronné *Recherches sur les fractions continues* *). Seulement Stieltjes ne considère que le cas où la fonction $f(x)$ admet une dérivée continue, cas dans lequel le symbole

$$\underset{\alpha}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x)$$

se réduit à l'intégrale

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) f'(x) \, dx.$$

3. Nous avons défini le symbole

$$\underset{\alpha}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x)$$

par la formule (5), et nous adopterons cette définition non seulement dans le cas de

$$\alpha < x_1 < x_2 < \ldots < x_{n-1} < \beta,$$

que nous avons eu en vue, mais encore dans celui de

$$\alpha > x_1 > x_2 > \ldots > x_{n-1} > \beta,$$

comme on le fait pour les intégrales. Alors notre symbole jouira de plusieurs propriétés des intégrales.

Par exemple, on aura

$$\underset{\beta}{\overset{\alpha}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x) = - \underset{\alpha}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x),$$

et si l'on désigne par ξ un nombre quelconque de l'intervalle (α, β), dans lequel les fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ ont été définies, il viendra

$$\underset{\alpha}{\overset{\xi}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x) + \underset{\xi}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x) = \underset{\alpha}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x) \Delta f(x).$$

*) Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, t XXXII, № 2.

D'ailleurs les symboles

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\xi} \varphi(x)\, \Delta f(x), \qquad \mathop{\mathrm{S}}_{\xi}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

représenterons des fonctions continues de ξ dans l'intervalle (α, β).

Pour le montrer, nous remarquons que, γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β, on a

$$\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\, d\varphi = f(\gamma)\,[\varphi(\beta) - \varphi(\alpha)],$$

en vertu de quoi la formule (6) donne

$$(7) \qquad \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x) = \varphi(\alpha)\,[f(\gamma) - f(\alpha)] + \varphi(\beta)\,[f(\beta) - f(\gamma)].$$

En appliquant cette formule au symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\xi}^{\xi+\eta} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

et tenant compte de ce que $f(x)$ est une fonction continue, on conclut que ce symbole tendra vers zéro toutes les fois que η tend vers zéro, et sela prouve la continuité dont il s'agissait.

Remarquons que la formule (7) représente une certaine extension de la proposition connue sous le nom du second théorème de la moyenne; et on peut lui donner encore une autre forme, qui est préférable dans les cas où la fonction $\varphi(x)$ devient discontinue pour $x = \alpha$ ou pour $x = \beta$.

A cet effet, en supposant pour fixer les idées $\beta > \alpha$, nous nous servirons de l'égalité évidente

$$\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x)\, d\varphi = \int_{\varphi(\alpha+0)}^{\varphi(\beta-0)} f(x)\, d\varphi + f(\alpha)\,[\varphi(\alpha+0) - \varphi(\alpha)] + f(\beta)\,[\varphi(\beta) - \varphi(\beta - 0)],$$

en vertu de laquelle la formule (6) pourra être présentée sous la forme

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x) = \varphi(\beta - 0)\, f(\beta) - \varphi(\alpha + 0)\, f(\alpha) - \int_{\varphi(\alpha+0)}^{\varphi(\beta-0)} f(x)\, d\varphi.$$

De là on déduit, comme précédemment,

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f(x) = \varphi(\alpha + 0)\,[f(\gamma) - f(\alpha)] + \varphi(\beta - 0)\,[f(\beta) - f(\gamma)],$$

γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β. Il va sans dire que ce nombre ne sera pas, en général, le même que celui désigné par cette lettre dans la formule (7).

4. Soient α_0 et $\beta_0 > \alpha_0$ des nombres tels que, α, β étant des nombres quelconques vérifiant les inégalités

$$\alpha_0 < \alpha < \beta < \beta_0,$$

les fonctions $\varphi(x)$ et $f(x)$ satisfassent, dans l'intervalle (α, β), aux conditions auxquelles nous les avons assujetties, tandis que, pour $x = \alpha_0$ et pour $x = \beta_0$, la fonction $f(x)$ devienne discontinue.

En supposant que la fonction $\varphi(x)$ tende pour $x = \alpha_0$ et pour $x = \beta_0$ vers des limites déterminées, nous allons examiner comment se comportera le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f(x),$$

quand on fera tendre α vers α_0 ou β vers β_0.

Supposons que α tende vers α_0, β ayant une valeur fixe.

Tout d'abord, il est évident que, si la fonction $f(x)$ tend vers une limite déterminée, quand x, tout en restant supérieur à α_0, tend vers α_0, notre symbole tendra encore vers une limite déterminée, et que cette limite pourra être exprimée par la formule (5), en y posant $\alpha = \alpha_0$ et en entendant par $f(\alpha_0)$ et $\varphi(\alpha_0)$ les limites vers lesquelles tendent $f(x)$ et $\varphi(x)$ pour $x = \alpha_0$.

Or supposons maintenant que $f(x)$ n'ait pas de limite pour $x = \alpha_0$. Nous allons montrer que, si $\varphi(\alpha_0 + 0)$ n'est pas égal à zéro, le symbole en question n'aura pas non plus de limite pour $\alpha = \alpha_0$.

A cet effet nous remarquons que, si la valeur limite $f(\alpha_0 + 0)$ n'existe pas, on pourra assigner un nombre positif l fixe, tel que, si petit que soit le nombre $\alpha - \alpha_0$, on ait

$$|f(\alpha) - f(\alpha_1)| > l,$$

dès qu'on attribue à α_1 une valeur *convenablement choisie* dans l'intervalle (α_0, α).

Cela posé, nous choisirons le nombre α_1 de telle manière qu'on ait

$$|f(\alpha) - f(\alpha_1)| = l, \tag{8}$$

et qu'en même temps il vienne

$$(9) \qquad | f(\alpha) - f(x) | < l,$$

toutes les fois que $\alpha_1 < x < \alpha$. Cela est toujours possible, la fonction $f(x)$ étant continue, tant que α ne devient pas égal à α_0.

En choisissant de cette manière le nombre α_1, appliquons la formule (7) au symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x)\, \Delta f(x).$$

Nous aurons

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x)\, \Delta f(x) = \varphi(\alpha_1)\,[f(\delta) - f(\alpha_1)] + \varphi(\alpha)\,[f(\alpha) - f(\delta)],$$

δ étant un certain nombre intermédiaire entre α_1 et α, et le second membre de cette égalité peut être présenté sous la forme

$$\varphi(\alpha_1)\,[f(\alpha) - f(\alpha_1)] + [\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)]\,[f(\alpha) - f(\delta)].$$

Donc, en vertu de (8) et (9), il viendra

$$\left| \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x)\, \Delta f(x) \right| > l \left\{ |\varphi(\alpha_1)| - |\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)| \right\}.$$

Or, α tendant vers α_0, la différence $\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)$ tendra vers zéro et la quantité $\varphi(\alpha_1)$ tendra vers le nombre $\varphi(\alpha_0 + 0)$, qui a été supposé différent de zéro.

Donc le second membre de l'inégalité obtenue tendra, pour $\alpha = \alpha_0$, vers la limite $l\,|\varphi(\alpha_0 + 0)|$ différente de zéro, et cela prouve bien que le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

n'a pas de limite pour $\alpha = \alpha_0$.

Ainsi la condition que $f(x)$ tende pour $x = \alpha_0$ vers une limite déterminée, la limite de $\varphi(x)$ n'étant pas nulle, est non seulement suffisante, mais encore nécessaire, pour que le symbole considéré ait une limite pour $\alpha = \alpha_0$.

On verra de même que, si $\varphi(\beta_0 - 0)$ n'est pas égal à zéro, la condition nécessaire et suffisante pour que, β tendant vers β_0, notre symbole tende vers une limite déterminée consiste en ce que la fonction $f(x)$ ait une limite pour $x = \beta_0$.

Supposons enfin que les nombres α et β tendent, *indépendamment l'un de l'autre*, le premier vers α_0, le second vers β_0, et que les valeurs limites $\varphi(\alpha_0 + 0)$ et $\varphi(\beta_0 - 0)$ ne soient pas nulles.

Pour que notre symbole tende, dans ces conditions, vers une limite déterminée il sera évidemment nécessaire et suffisant que chacune des deux valeurs limites, $f(\alpha_0 + 0)$ et $f(\beta_0 - 0)$, existe.

Nous conviendrons de désigner les trois limites ci-dessus du symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x),$$

lorsqu'elles existent, respectivement par

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha_0}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x), \qquad \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta_0} \varphi(x)\, \Delta f(x), \qquad \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha_0}^{\beta_0} \varphi(x)\, \Delta f(x).$$

5. La convention que nous venons de faire donne une certaine extension de la notion du symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x), \tag{10}$$

laquelle a été établie au n° 2 seulement dans la supposition que la fonction $f(x)$ est continue dans l'intervalle (α, β), et l'on conçoit bien que cette supposition était essentielle pour la définition donnée au numéro cité.

Maintenant nous procéderons à de nouvelles généralisations, en étendant ladite notion à des cas où la fonction $f(x)$ peut devenir discontinue pour des valeurs de x intermédiaires entre α et β.

En ce qui concerne $\varphi(x)$, nous retiendrons l'ancienne supposition que c'est une fonction croissante ou décroissante dans l'intervalle (α, β), ne devenant pas infinie. Nous supposerons d'ailleurs que $\varphi(x - 0)$ et $\varphi(x + 0)$ ne s'annulent pour aucune valeur de x dans cet intervalle.

Supposons d'abord que le nombre des valeurs de x dans l'intervalle (α, β), pour lesquelles la fonction $f(x)$ devient discontinue, est limité, et désignons ces valeurs par

$$\gamma_1, \quad \gamma_2, \quad \ldots, \quad \gamma_n,$$

en supposant, pour fixer les idées,

$$\alpha < \gamma_1 < \gamma_2 < \ldots < \gamma_n < \beta.$$

Cela étant, nous n'attribuerons de sens au symbole (10) que si chacune des valeurs limites

$$f(\gamma_1 - 0),\quad f(\gamma_1 + 0),\quad f(\gamma_2 - 0),\quad f(\gamma_2 + 0),\quad \ldots,\quad f(\gamma_n - 0),\quad f(\gamma_n + 0)$$

existe, et dans le cas où cela arrive nous poserons

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x) = \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x)\, \Delta f(x) + \mathop{\mathrm{S}}_{\gamma_1}^{\gamma_2} \varphi(x)\, \Delta f(x) + \ldots + \mathop{\mathrm{S}}_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x),$$

les termes du second membre ayant le sens qui a été fixé au numéro précédent.

Or le symbole (10), ainsi conçu, est susceptible encore d'une autre définition.

Pour y parvenir, introduisons la fonction $f_1(x)$ définie de la manière suivante:

$$\begin{array}{lll} \text{quand} & \alpha \leqq x < \gamma_1, & f_1(x) = f(x), \\ \quad » & \gamma_1 < x < \gamma_2, & f_1(x) = f(x) + f(\gamma_1 - 0) - f(\gamma_1 + 0), \\ \quad » & \gamma_k < x < \gamma_{k+1}, & f_1(x) = f(x) + \sum_{i=1}^{i=k} [f(\gamma_i - 0) - f(\gamma_i + 0)], \\ \quad » & \gamma_n < x \leqq \beta, & f_1(x) = f(x) + \sum_{i=1}^{i=n} [f(\gamma_i - 0) - f(\gamma_i + 0)]. \end{array}$$

Cette fonction vérifiera évidemment la condition

$$f_1(\gamma_k - 0) = f_1(\gamma_k + 0)$$

pour toutes les valeurs de k. Donc, si nous posons

$$f_1(\gamma_k) = f_1(\gamma_k - 0),$$

quel que soit k, elle sera continue dans l'intervalle (α, β).

Par suite, le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f_1(x)$$

aura le sens conforme à la définition du n° 2.

D'ailleurs, d'après la convention du numéro précédent, il viendra

$$\mathop{S}_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x)\,\Delta f(x) = \mathop{S}_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x)\,\Delta f_1(x),$$

$$\mathop{S}_{\gamma_k}^{\gamma_{k+1}} \varphi(x)\,\Delta f(x) = \mathop{S}_{\gamma_k}^{\gamma_{k+1}} \varphi(x)\,\Delta f_1(x),$$

$$\mathop{S}_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f(x) = \mathop{S}_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f_1(x).$$

Donc la définition ci-dessus du symbole (10) peut être remplacée par celle exprimée par l'égalité

$$\mathop{S}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f(x) = \mathop{S}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f_1(x).$$

Remarquons que la fonction $f_1(x)$ jouit de cette propriété que la différence

$$f(x) - f_1(x)$$

se réduit à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue; et l'on s'assure facilement que toute autre fonction continne dans l'intervalle (α, β), qui jouisse de la même propriété, serait donnée par l'expression

$$f_1(x) + C,$$

C étant une constante.

On voit d'ailleurs que, si au moins une des quantités

$$f(\gamma_1 - 0), \quad f(\gamma_1 + 0), \quad f(\gamma_2 - 0), \quad f(\gamma_2 + 0), \quad \ldots, \quad f(\gamma_n - 0), \quad f(\gamma_n + 0)$$

n'existait pas, aucune fonction continue dans l'intervalle (α, β) ne pourrait jouir de la propriété signalée.

Ces remarques vont nous servir de point de départ pour une nouvelle généralisation.

Soit $f(x)$ une fonction donnée, qui puisse devenir discontinue dans l'intervalle (α, β) une infinité de fois.

Si, pour cette fonction, on peut trouver une fonction $f_1(x)$, qui, tout en étant continue dans l'intervalle (α, β), soit telle que la différence

$$f(x) - f_1(x)$$

se réduise à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue, et *si la fonction* $f_1(x)$ *se détermine par cette condition à une constante additive près*, nous entendrons par le symbole

(10) $$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f(x)$$

le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\,\Delta f_1(x),$$

qui aura alors une valeur parfaitement déterminée. Dans le cas contraire, du moins dans la supposition que nous avons faite à l'égard de $\varphi(x)$, nous n'attribuerons au symbole (10) aucun sens.

6. Il est facile de voir que, si pour la fonction $f_1(x)$ la condition d'être déterminée à une constante additive près est remplie dans l'intervalle (α, β), elle le sera encore dans tout intervalle qui est compris dans celui-ci.

En effet, supposons que l'intervalle (α, β) se décompose en les trois suivants

$$(\alpha, \alpha_1), \qquad (\alpha_1, \beta_1), \qquad (\beta_1, \beta),$$

et que pour l'intervalle (α_1, β_1) on ait trouvé, outre la fonction $f_1(x)$, encore une autre fonction continue $f_2(x)$ jouissant de la même propriété, de sorte que la différence

$$f(x) - f_2(x)$$

se réduise à une constante dans tout intervalle partiel, compris dans celui (α_1, β_1), et dans lequel la fonction $f(x)$ est continue.

Considérons alors la fonction $f_3(x)$ définie dans l'intervalle (α, β) comme il suit:

pour l'intervalle (α, α_1), $\quad f_3(x) = f_1(x) + f_2(\alpha_1) - f_1(\alpha_1)$,

» » (α_1, β_1), $\quad f_3(x) = f_2(x)$,

» » (β_1, β), $\quad f_3(x) = f_1(x) + f_2(\beta_1) - f_1(\beta_1)$.

Ce sera, évidemment, une fonction continue dans l'intervalle (α, β), et la différence

$$f(x) - f_3(x)$$

se réduira à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue.

Donc, si la condition dont il s'agit est remplie dans l'intervalle (α, β), la différence $f_3(x) - f_1(x)$ doit se réduire à une constante dans cet intervalle tout entier, et cela ne peut avoir lieu que si la différence $f_2(x) - f_1(x)$ se réduit à une constante dans l'intervalle (α_1, β_1).

Il résulte de cette remarque que, si le symbole (10) a le sens, les symboles

$$\underset{\alpha}{\overset{\xi}{\mathrm{S}}} \varphi(x)\, \Delta f(x), \qquad \underset{\xi}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

en auront encore, quel que soit le nombre ξ appartenant à l'intervalle (α, β).

Mais quelles sont les conditions pour que le symbole (10) ait un sens? En d'autres termes, quelles sont les conditions que doit remplir la fonction $f(x)$ pour qu'on puisse trouver une fonction $f_1(x)$, jouissant des propriétés signalées et déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près?

Tout d'abord il est évident que, pour que la fonction $f_1(x)$ existe, il faut que, dans tout intervalle (α_1, β_1) dans lequel la fonction $f(x)$ devient discontinue seulement pour les valeurs extrêmes, $x = \alpha_1$ et $x = \beta_1$, cette fonction tende vers des limites déterminées, quand x tend vers α_1 ou vers β_1.

D'autre part, pour que la fonction $f_1(x)$ soit déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près, cet intervalle ne doit contenir aucun intervalle, si petit qu'il soit, où l'on ne puisse indiquer des intervalles partiels, dans lesquels la fonction $f(x)$ fût continue.

En effet, s'il existait un pareil intervalle, la fonction $f_1(x)$ y pourrait se réduire à une fonction continue arbitraire. Elle ne serait donc pas déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près.

Les deux conditions que nous venons d'énoncer sont donc nécessaires pour que le symbole (10) ait un sens. Mais elles ne sont pas encore suffisantes.

Dans certains cas déterminés on pourrait signaler des conditions nécessaires et suffisantes de cette espèce. Mais nous ne nous y arrêterons pas, car pour l'objet de notre Mémoire la recherche de pareilles conditions ne serait d'aucune importance.

7. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que $\varphi(x-0)$ et $\varphi(x+0)$ ne s'annulaient pour aucune valeur de x dans l'intervalle (α, β). Or, s'il en était autrement, on pourrait, dans certains cas, attribuer un sens au symbole

$$(10) \qquad \underset{\alpha}{\overset{\beta}{\mathrm{S}}} \varphi(x)\, \Delta f(x),$$

quand même la fonction que nous avons désignée par $f_1(x)$ n'aurait pas existé.

Pour ce qui va suivre, il suffit de se borner au cas où $\varphi(x-0)$ et $\varphi(x+0)$ ne peuvent s'annuler dans l'intervalle (α, β) que pour $x = \alpha$ ou pour $x = \beta$.

Plaçons-nous donc dans ce cas, en supposant, pour fixer les idées, que l'on ait $\alpha < \beta$ et

$$\varphi(\beta - 0) = 0.$$

Si la fonction $f_1(x)$ existait dans l'intervalle (α, β), le symbole (10) serait égal à la limite, vers laquelle tendrait le symbole

$$\underset{\alpha}{\overset{\xi}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x), \tag{11}$$

quand le nombre ξ, appartenant à l'intervalle (α, β), tend vers β. Or, $\varphi(\beta - 0)$ étant égal à zéro, le symbole (11) peut avoir une limite pour $\xi = \beta$ même dans le cas où la fonction $f_1(x)$, tout en existant dans l'intervalle (α, ξ) tant que $\xi < \beta$, cesse d'exister pour $\xi = \beta$.

Cela posé, nous entendrons par le symbole (10) la limite du symbole (11), ξ tendant vers β, dans tous les cas où cette limite existe. Dans tous les autres cas, le symbole (10) sera considéré comme dénué de sens.

On voit que la nouvelle extension de la notion de notre symbole est encore de telle nature que, si le symbole (10) a une valeur déterminée, les symboles

$$\underset{\alpha}{\overset{\xi}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x), \qquad \underset{\xi}{\overset{\beta}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

seront dans le même cas, quel que soit le nombre ξ de l'intervalle (α, β).

On voit d'ailleurs que ce seront des fonctions continues de ξ dans cet intervalle, vérifiant l'égalité

$$\underset{\alpha}{\overset{\xi}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x) + \underset{\xi}{\overset{\beta}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x) = \underset{\alpha}{\overset{\beta}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x).$$

8. Nous avons déjà remarqué que, si la dérivée $f'(x)$ existe et est une fonction continue de x dans l'intervalle (α, β), on a

$$\int_\alpha^\beta \varphi(x)\, f'(x)\, dx = \underset{\alpha}{\overset{\beta}{S}} \varphi(x)\, \Delta f(x), \tag{12}$$

et l'on voit facilement que cette égalité subsistera encore, si la dérivée $f'(x)$, sans être continue, est seulement intégrable dans l'intervalle (α, β).

Considérons maintenant le cas où la dérivée $f'(x)$ devient infinie dans cet intervalle, en supposant toutefois que la fonction $f(x)$ y soit continue.

Supposons d'abord qu'il n'y ait qu'une seule valeur de x dans l'intervalle (α, β), soit γ, pour laquelle $f'(x)$ devienne infinie, et que dans tout intervalle partiel qui ne contient le nombre γ, ni à son intérieur, ni à ses extrémités, la fonction $f'(x)$ soit intégrable.

Alors, en supposant pour fixer les idées

$$\alpha < \gamma < \beta,$$

et en entendant par ε et η des nombres positifs assez petits pour qu'on ait

$$\alpha < \gamma - \varepsilon, \qquad \gamma + \eta < \beta,$$

nous aurons

$$(13) \qquad \left\{ \begin{aligned} \int_{\alpha}^{\gamma-\varepsilon} \varphi(x) f'(x)\, dx &= \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\gamma-\varepsilon} \varphi(x)\, \Delta f(x), \\ \int_{\gamma+\eta}^{\beta} \varphi(x) f'(x)\, dx &= \mathop{\mathrm{S}}_{\gamma+\eta}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x), \end{aligned} \right.$$

quelque petits que soient ε et η.

Supposons maintenant que ε et η tendent vers zéro.

Comme les limites vers lesquelles tendront les intégrales, qui figurent dans les égalités (13), représentent ce qu'on entendra dans le cas considéré par les intégrales

$$(14) \qquad \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x)\, dx, \qquad \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x)\, dx,$$

on en conclut ces égalités:

$$(15) \qquad \left\{ \begin{aligned} \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x)\, dx &= \mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x)\, \Delta f(x), \\ \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x)\, dx &= \mathop{\mathrm{S}}_{\gamma}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x). \end{aligned} \right.$$

On aura donc encore l'égalité (12), car la somme

$$(16) \qquad \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x)\, dx + \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x)\, dx$$

représentera ce qu'on entendra dans le cas considéré par l'intégrale

$$(17) \qquad \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) f'(x)\, dx.$$

Plus généralement, la dérivée $f'(x)$ pouvant devenir infinie dans l'intervalle (α, β) un nombre quelconque de fois, supposons que, γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β, on ait déjà établi que les égalités (13) subsistent quelque petits que soient les nombres positifs ε et η.

Alors, si l'on convient d'entendre par les intégrales (14) les limites, vers lesquelles tendront, pour $\varepsilon = 0$, $\eta = 0$, les intégrales figurant dans les égalités (13), on en déduira les égalités (15), et si l'on convient ensuite d'entendre par l'intégrale (17) l'expression (16), on parviendra de nouveau à l'égalité (12).

En appliquant continuellement ce procédé, on pourrait étendre la notion d'une intégrale à des cas très généraux, où la fonction à intégrer pourrait devenir infinie entre les limites de l'intégrale une infinité de fois, et en même temps, en ce qui concerne les intégrales de la forme considérée, on pourrait étendre à de pareils cas l'égalité (12).

Nous avons supposé dans ce qui précède que la fonction $f(x)$ ne devenait pas discontinue dans l'intervalle (α, β).

Or, si l'on rejette cette supposition, en admettant seulement que le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_{\alpha}^{\beta} \varphi(x)\, \Delta f(x)$$

ait un sens déterminé, le sens de l'intégrale (17) deviendra, en général, illusoire. On ne pourra donc rien dire.

Toutefois, dans certains cas simples de cette espèce, on pourra encore employer la méthode précédente, et dans tous les cas où le procédé que nous avons employé suffirait pour fixer le sens de l'intégrale (17), on serait amené à admettre l'égalité (12).

Après ces généralités, passons à notre objet.

II. — Considérations générales sur les équations en question.

9. Reportons-nous à l'équation (2).

Si l'on ne veut introduire à priori aucune supposition sur la nature de la fonction inconnue z, on doit d'abord préciser ce qu'on va entendre par cette équation.

Or, d'après ce que nous venons de dire, il est naturel de considérer cette équation comme celle de la forme

$$(18) \qquad z\int_0^a \rho\, a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \mathop{\mathrm{S}}_0^a \rho\, \Delta(a^{m+3}z) - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \mathop{\mathrm{S}}_a^A \rho\, \Delta(a^{2-m}z) = a^3 W,$$

et c'est ainsi que nous la concevrons.

Cela posé, nous exigerons que l'équation (18) soit vérifiée pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A. Quant à ces valeurs extrêmes, nous les considérerons comme des valeurs limites.

Par suite de cela, la fonction z devra être telle que les symboles, qui figurent dans l'équation (18), aient des valeurs déterminées pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A; et de là, d'après ce que nous avons remarqué à la fin du n⁰ 7, on conclut que le symbole

$$\mathop{\mathrm{S}}_0^a \rho\, \Delta(a^{m+3}z)$$

devra représenter une fonction continue de a, au moins tant que a ne devient pas égal à A, et que le symbole

$$(19) \qquad \mathop{\mathrm{S}}_a^A \rho\, \Delta(a^{2-m}z)$$

devra être une fonction continue, au moins tant que a ne se réduit pas à zéro.

Il en résulte, eu égard à ce que la fonction W a été supposée continue dans l'intervalle $(0, A)$, que la fonction cherchée z sera nécessairement continue pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A.

D'ailleurs, si la valeur ρ_1 de ρ pour $a = A$ n'est pas égale à zéro, la fonction z doit tendre pour $a = A$ vers une limite déterminée, car autrement le symbole (19) n'aurait pas de sens. Nous verrons du reste que cela aura lieu dans tous les cas.

Nous allons maintenant montrer que la fonction z admettra une dérivée $\frac{dz}{da}$ pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A.

10. En attribuant à a une valeur quelconque intermédiaire entre 0 et A et désignant par h un nombre assez petit en valeur absolue, considérons les résultats de la substitution dans l'équation (18) de cette valeur de a et de la valeur $a+h$.

Si l'on introduit pour les fonctions z, W, ρ les notations

$$z(a), \qquad W(a), \qquad \rho(a),$$

on déduira des deux égalités ainsi obtenues la suivante:

$$(20)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{z(a+h)-z(a)}{h}\int_0^{a+h}\rho a^2\,da - \frac{(a+h)^{-m}-a^{-m}}{(2m+1)h}\mathop{\mathrm{S}}_0^{a+h}\rho\,\Delta(a^{m+3}z) \\ &\qquad - \frac{(a+h)^{m+1}-a^{m+1}}{(2m+1)h}\mathop{\mathrm{S}}_{a+h}^{A}\rho\,\Delta(a^{2-m}z) + R = \frac{(a+h)^3W(a+h)-a^3W(a)}{h},\end{aligned}\right.$$

R étant donné par la formule

$$R = \frac{z}{h}\int_a^{a+h}\rho a^2\,da - \frac{a^{-m}}{(2m+1)h}\mathop{\mathrm{S}}_a^{a+h}\rho\,\Delta(a^{m+3}z) + \frac{a^{m+1}}{(2m+1)h}\mathop{\mathrm{S}}_a^{a+h}\rho\,\Delta(a^{2-m}z).$$

Or, si h est assez petit en valeur absolue, la fonction z sera continue dans l'intervalle $(a, a+h)$, et l'on pourra appliquer aux symboles, qui figurent dans cette expression de R, la formule (6).

En le faisant, on trouve

$$\mathop{\mathrm{S}}_a^{a+h}\rho\,\Delta(a^{m+3}z) = (a+h)^{m+3}z(a+h)\,\rho(a+h) - a^{m+3}z(a)\,\rho(a) - \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)}a^{m+3}z\,d\rho,$$

$$\mathop{\mathrm{S}}_a^{a+h}\rho\,\Delta(a^{2-m}z) = (a+h)^{2-m}z(a+h)\,\rho(a+h) - a^{2-m}z(a)\,\rho(a) - \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)}a^{2-m}z\,d\rho,$$

où, sous les signes des intégrales, a est considéré comme fonction de ρ, conformément à ce qui a été expliqué au nº 2, et où par $\rho(a)$ on peut entendre un nombre quelconque compris entre $\rho(a+0)$ et $\rho(a-0)$.

On trouve ensuite

$$\begin{aligned} R = \frac{z}{h}\int_a^{a+h}\rho a^2\,da &+ \frac{a^{m+1}(a+h)^{2-m} - a^{-m}(a+h)^{m+3}}{(2m+1)h}z(a+h)\,\rho(a+h) \\ &+ \frac{a^{-m}}{(2m+1)h}\int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)}a^{m+3}z\,d\rho - \frac{a^{m+1}}{(2m+1)h}\int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)}a^{2-m}z\,d\rho.\end{aligned}$$

Or, en attribuant à h un signe fixe et en faisant ensuite tendre h vers zéro, on aura

$$\lim\frac{1}{h}\int_a^{a+h}\rho a^2\,da = a^2\lim\rho(a+h).$$

Donc, comme on a

$$\lim \frac{a^{m+1}(a+h)^{2-m} - a^{-m}(a+h)^{m+3}}{(2m+1)h} = -a^2,$$

la quantité qui figure à la première ligne de l'expression de R tendra pour $h=0$ vers zéro.

Il est facile de voir qu'il en sera de même de la quantité qui figure à la deuxième ligne.

En effet, cette quantité peut être exprimée par la formule

$$(21) \qquad \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} \frac{a^{-m}(a')^{m+3} - a^{m+1}(a')^{2-m}}{(2m+1)h} z' d\rho',$$

où a', z' désignent ce que deviennent a, z, comme fonctions de ρ, lorsqu'on remplace ρ par ρ'.

Or on peut supposer que toutes les valeurs de a' sous le signe de l'intégrale appartiennent à l'intervalle $(a, a+h)$; et dans cette supposition, $|h|$ étant au-dessous d'une certaine limite, la fonction à intégrer ne surpassera pas, en valeur absolue, un certain nombre fixe, quelque petit que soit h.

D'autre part, nous avons déjà remarqué qu'on peut entendre par $\rho(a)$ un nombre quelconque de l'intervalle $\big(\rho(a+0), \rho(a-0)\big)$, et l'on voit que l'expression (21), où la fonction à intégrer s'annule pour $a'=a$, ne dépend point du choix de ce nombre.

On peut donc entendre par $\rho(a)$ la limite vers laquelle tend, pour le signe choisi de h, la quantité $\rho(a+h)$, et dès lors il devient évident que l'intégrale (21) tendra vers zéro pour $h=0$.

Ainsi on parvient à la conclusion que R tendra vers zéro avec h, et cela quel que soit le signe de h.

Par suite, eu égard à ce que nous avons supposé l'existence de la dérivée $\frac{dW}{da}$, tant que a n'est pas égal à zéro, l'égalité (20) fait voir que le rapport

$$\frac{z(a+h) - z(a)}{h}$$

tendra pour $h=0$ vers une limite déterminée et indépendante du signe de h.

Donc la dérivée $\frac{dz}{da}$ existera pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A, et l'on voit qu'elle sera donnée par l'équation

$$(22) \qquad \frac{dz}{da}\int_0^a \rho a^2 da + \frac{m}{2m+1} a^{-m-1} \underset{0}{\overset{a}{\mathrm{S}}} \rho\,\Delta(a^{m+3}z) - \frac{m+1}{2m+1} a^m \underset{a}{\overset{A}{\mathrm{S}}} \rho\,\Delta(a^{2-m}z) = \frac{da^3 W}{da}.$$

11. Nous avons admis que la dérivée $\frac{dW}{da}$ reste continue, tant que a ne devient pas égal à zéro. Eu égard à cette circonstance, l'équation (22) fait voir que la dérivée $\frac{dz}{da}$ sera continue, au moins tant que a n'atteint pas ses valeurs extrêmes, 0 et A.

Nous allons maintenant montrer que la valeur $a = A$ ne présentera pas de l'exception. Mais d'abord remarquons qu'en vertu de ce que nous venons de dire les symboles

$$\mathop{\mathrm{S}}_0^a \rho\,\Delta(a^{m+3}z), \qquad \mathop{\mathrm{S}}_a^A \rho\,\Delta(a^{2-m}z)$$

ne seront autre chose que des intégrales. Nous pourrons donc présenter l'équation (18) sous sa forme primitive, savoir

$$z\int_0^a \rho\, a^2\, da - \frac{a^{-m}}{2m+1}\int_0^a \rho\,\frac{da^{m+3}z}{da}\, da - \frac{a^{m+1}}{2m+1}\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\, da = a^3 W.$$

De même, l'équation (22) pourra être écrite ainsi:

$$\frac{dz}{da}\int_0^a \rho\, a^2\, da + \frac{m}{2m+1}\, a^{-m-1}\int_0^a \rho\,\frac{da^{m+3}z}{da}\, da - \frac{m+1}{2m+1}\, a^m\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\, da = \frac{da^3W}{da}.$$

Cela posé, éliminons entre ces deux équations l'intégrale

$$\int_0^a \rho\,\frac{da^{m+3}z}{da}\, da.$$

Nous obtiendrons ainsi l'équation

$$(23) \qquad \left(mz + a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho\, a^2\, da - a^{m+1}\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\, da = ma^3W + a\,\frac{da^3W}{da},$$

laquelle donne pour

$$mz + a\,\frac{dz}{da}$$

une expression représentant une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$, tant que a n'est pas égal à zéro; et de là il est facile de conclure que z et $\frac{dz}{da}$ tendront pour $a = A$ vers des limites déterminées.

Donc c'est seulement pour $a = 0$ que ces fonctions pourront devenir discontinues. Du reste nous verrons que, dans le cas de $m > 1$ et dans les suppositions que nous avons faites à l'égard de W, la fonction z sera continue même pour $a = 0$.

12. Avant d'aller plus loin, nous devons remarquer que, dans l'étude des équations considérées, on doit distinguer les trois cas suivants: 1) $m = 0$, 2) $m = 1$ et 3) $m > 1$, qui présenteront, comme on verra, des particularités différentes.

Or le premier de ces trois cas ne se rencontre point dans la théorie de la figure des planètes. Il n'y a donc pas d'intérêt de s'y arrêter.

Quant au deuxième, il ne se présente dans cette théorie que sous une forme particulière, celle où la fonction W est identiquement nulle.

Or, si l'on a $m = 1$, $W = 0$, l'équation (2) se réduit à

$$3az\int_0^a \rho a^2 da - \int_0^a \rho \frac{da^4 z}{da} da - a^3 \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = 0,$$

et l'on voit immédiatement qu'on pourra y satisfaire en posant

$$z = \frac{C}{a},$$

C étant une constante arbitraire.

D'ailleurs il est facile d'établir que cette formule donne sa solution générale.

En effet, l'équation (23) se réduit dans le cas considéré à

$$\frac{daz}{da}\int_0^a \rho a^2 da - a^3 \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = 0, \tag{24}$$

et de là, en posant

$$\int_0^a \rho a^2 da = S, \qquad \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = P,$$

on déduit

$$\int_a^A \rho \frac{daz}{da} S\, da - \int_a^A \rho a^2 P da = 0. \tag{25}$$

Or, en intégrant par parties (n^0 1) et en remarquant que la fonction P s'annule pour $a = A$, on trouve

$$\int_a^A P\rho a^2 da = -PS + \int_a^A S\rho \frac{daz}{da} da.$$

Donc l'équation (25) se réduit à

$$SP = 0.$$

Par suite on a $P = 0$, en vertu de quoi l'équation (24) donne

$$\frac{daz}{da} = 0.$$

On a donc $az = \text{const.}$

Ainsi l'on voit que, des trois cas signalés ci-dessus, c'est surtout le cas de $m > 1$ que l'on devra examiner.

III. — Application d'une méthode d'approximations successives.

13. Nous supposerons, du moins quant à présent, $m > 1$, et dans cette supposition nous allons montrer qu'on peut obtenir une solution de l'équation (2) par une certaine méthode des approximations successives.

Dans ce qui suit, nous aurons à considérer assez fréquemment des expressions telles que

$$(26) \qquad \frac{a^{-m} \underset{0}{\overset{a}{S}} \rho\,\Delta(a^{m+3}u) + a^{m+1} \underset{a}{\overset{A}{S}} \rho\,\Delta(a^{2-m}u)}{(2m+1)\int_0^a \rho\, a^2\, da},$$

u étant une fonction de a continue dans l'intervalle $(0, A)$. Il est donc utile d'introduire une notation abrégée, et en considérant une pareille expression comme une certaine opération qu'on doit exécuter sur la fonction u, nous la désignerons par

$$\mathrm{J}(u).$$

Avec cette notation, l'équation (18) s'écrira ainsi:

$$(27) \qquad z - \mathrm{J}(z) = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da}.$$

C'est cette équation que nous allons considérer, et si nous parvenons à en trouver une solution quelconque, il sera certain que ce sera aussi une solution de l'équation (2), car, d'après ce que nous avons montré dans la Section précédente, les symboles

$$\underset{0}{\overset{a}{S}} \rho\,\Delta(a^{m+3}z), \qquad \underset{a}{\overset{A}{S}} \rho\,\Delta(a^{2-m}z)$$

se réduisent aux intégrales

$$\int_0^a \rho\, \frac{da^{m+3}z}{da}\, da, \qquad \int_a^A \rho\, \frac{da^{2-m}z}{da}\, da$$

pour toute solution de l'équation (18).

Cela posé, nous commencerons par signaler certaines propriétés de l'expression que nous avons désignée par $\mathrm{J}(u)$.

14. Tout d'abord il est facile de s'assurer que, u étant une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$, l'expression $J(u)$, considérée comme fonction de a, le sera encore.

Comme la continuité de cette fonction, tant que a ne devient pas égal à zéro, découle immédiatement de son expression (26), il ne reste qu'à examiner ce qui se passe, lorsque a tend vers zéro.

A cet effet nous allons transformer l'expression (26), en appliquant aux symboles qui y figurent la formule (6).

En entendant par ρ_0 et ρ_1 les valeurs de ρ pour $a = 0$ et pour $a = A$, nous aurons ainsi

$$\mathop{\mathrm{S}}_{0}^{a} \rho\,\Delta(a^{m+3}u) = \rho\, a^{m+3} u - \int_{\rho_0}^{\rho} a^{m+3} u\, d\rho,$$

$$\mathop{\mathrm{S}}_{a}^{A} \rho\,\Delta(a^{2-m}u) = \rho_1 A^{2-m} u(A) - \rho\, a^{2-m} u - \int_{\rho}^{\rho_1} a^{2-m} u\, d\rho,$$

$u(A)$ étant la valeur de u pour $a = A$.

En vertu de cela, nous obtiendrons pour le produit

$$\frac{2m+1}{a^3} \int_0^a \rho\, a^2\, da \cdot J(u)$$

cette expression

$$\rho_1 A^{2-m} u(A)\, a^{m-2} + a^{-m-3} \int_{\rho}^{\rho_0} a^{m+3} u\, d\rho + a^{m-2} \int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} u\, d\rho. \tag{28}$$

Or, M étant une limite supérieure pour la valeur absolue de la fonction u dans l'intervalle $(0, A)$, on a

$$\left| \int_{\rho}^{\rho_0} a^{m+3} u\, d\rho \right| < M(\rho_0 - \rho)\, a^{m+3}.$$

Par suite, en remarquant que $\rho_0 - \rho$ tend vers zéro pour $a = 0$, on voit que le deuxième terme de la formule (28) tend encore vers zéro pour $a = 0$.

Quant au troisième terme, il tendra, si $m = 2$, vers l'intégrale

$$\int_{\rho_1}^{\rho_0} u\, d\rho,$$

et si $m > 2$, vers zéro, car, α étant un nombre choisi arbitrairement entre a et A, on a

$$\left| a^{m-2}\int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} u\, d\rho \right| < M[\rho(\alpha)-\rho_1]\left(\frac{a}{\alpha}\right)^{m-2} + M[\rho-\rho(\alpha)],$$

et le second membre, en faisant α et a suffisamment petits, peut être rendu aussi petit qu'on voudra, toutes les fois que $m > 2$.

De là, en tenant compte de ce que

$$\lim \frac{1}{a^3}\int_0^a \rho\, a^2\, da = \frac{1}{3}\rho_0,$$

on conclut que, a tendant vers zéro, $\mathrm{J}(u)$ tendra, si $m = 2$, vers la quantité

$$\frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\rho_0}u(A) + \frac{3}{5}\frac{1}{\rho_0}\int_{\rho_1}^{\rho_0} u\, d\rho,$$

et si $m > 2$, vers zéro.

Donc la continuité de l'expression $\mathrm{J}(u)$ dans l'intervalle $(0, A)$ est prouvée.

Une autre propriété de cette expression qu'il importe de signaler découle encore de la formule (28).

Cette formule, dans laquelle $\rho_0 \geqq \rho \geqq \rho_1$, fait voir que, *si la fonction u ne prend, dans l'intervalle $(0, A)$, que des valeurs positives ou nulles, la fonction $\mathrm{J}(u)$ sera dans le même cas.*

Or supposons que u soit une fonction continue quelconque, et désignons par L la plus grande et par l la plus petite de ses valeurs dans l'intervalle $(0, A)$.

En vertu de ce que nous venons de dire, il viendra

$$\mathrm{J}(L-u) \geqq 0, \qquad \mathrm{J}(u-l) \geqq 0$$

pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$, et de là il résulte

$$l\,\mathrm{J}(1) \leqq \mathrm{J}(u) \leqq L\,\mathrm{J}(1).$$

Donc, *si l'on a dans l'intervalle* $(0, A)$

$$|u| < M,$$

M étant une constante, on aura

$$|\mathrm{J}(u)| < M\,\mathrm{J}(1).$$

En ce qui concerne la quantité J(1), l'expression (26) donne

$$J(1)\int_0^a \rho a^2 da = \frac{m+3}{2m+1} a^{-m} \int_0^a \rho a^{m+2} da - \frac{m-2}{2m+1} a^{m+1} \int_a^A \rho a^{1-m} da,$$

et comme nous supposons $m \geqq 2$, il s'ensuit

$$J(1)\int_0^a \rho a^2 da \leqq \frac{m+3}{2m+1} a^{-m} \int_0^a \rho a^{m+2} da.$$

Or, ρ étant une fonction décroissante de a, il est facile de s'assurer que l'on a

$$\int_0^a \rho a^{m+2} da < \frac{3}{m+3} a^m \int_0^a \rho a^2 da.$$

Il vient donc

$$J(1) < \frac{3}{2m+1},$$

et nous parvenons ainsi à l'inégalité

(29) $$|J(u)| < \frac{3}{2m+1} M,$$

qui aura lieu pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$.

Cela posé, abordons notre problème.

15. Soit u_0 une fonction quelconque continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Supposons qu'en partant de cette fonction on ait formé une suite indéfinie de fonctions

$$u_1, \quad u_2, \quad u_3, \quad \ldots,$$

en posant successivement

$$u_1 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_0), \qquad u_2 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_1), \qquad \ldots,$$

de sorte qu'il viendra en général

(30) $$u_{n+1} = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_n).$$

Toutes ses fonctions seront continues dans l'intervalle $(0, A)$, car, en vertu des suppositions que nous avons faites à l'égard de W, la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}$$

sera continue dans l'intervalle $(0, A)$, et d'après ce que nous venons de montrer, la fonction $J(u_n)$ sera continue dans le même intervalle, si la fonction u_n y est continue.

Donc la fonction $u_n - u_{n-1}$, quel que soit n, sera encore continue dans l'intervalle $(0, A)$, et nous pourrons appliquer à l'expression $J(u_n - u_{n-1})$ l'inégalité (29), ce qui donnera

$$|J(u_n - u_{n-1})| < \frac{3}{2m+1} M_n,$$

M_n étant une limite supérieure, dans l'intervalle $(0, A)$, pour la valeur absolue de la fonction $u_n - u_{n-1}$.

Or la relation (30) donne

$$u_{n+1} - u_n = J(u_n - u_{n-1}).$$

Nous aurons donc

$$|u_{n+1} - u_n| < \frac{3}{2m+1} M_n$$

et, par suite,

$$(31) \qquad |u_{n+1} - u_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n M_1.$$

Nous remarquons maintenant que, l'entier m étant supposé supérieur à 1, le nombre $\frac{3}{2m+1}$ sera plus petit que 1: il ne surpassera pas même $\frac{3}{5}$.

Par suite de cela, l'inégalité (31) fait voir que la série

$$u_0 + (u_1 - u_0) + (u_2 - u_1) + (u_3 - u_2) + \ldots$$

sera absolument et uniformément convergente dans l'intervalle $(0, A)$; et comme la somme de ses $n+1$ premiers termes se réduit à u_n, on voit que, n croissant indéfiniment, u_n tendra vers une certaine limite, et cela uniformément pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$, ce qui assure que cette limite représentera une fonction de a continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Cela posé, il est facile de voir que la fonction ainsi définie satisfera à l'équation (27).

En effet, en désignant cette fonction par w et tenant compte de l'égalité (30), nous pouvons écrire

$$w - \mathrm{J}(w) - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} = w - u_{n+1} - \mathrm{J}(w - u_n).$$

Or, ε_n étant la plus grande valeur absolue de la fonction $w - u_n$ dans l'intervalle $(0, A)$, on a, d'après (29),

$$|\mathrm{J}(w - u_n)| < \frac{3}{2m+1}\varepsilon_n.$$

Donc nous aurons

$$\left| w - \mathrm{J}(w) - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} \right| < \varepsilon_{n+1} + \frac{3}{2m+1}\varepsilon_n,$$

et cette inégalité ne peut avoir lieu que si l'on a

$$w - \mathrm{J}(w) - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} = 0,$$

car, n croissant indéfiniment, les quantités ε_n, ε_{n+1} tendent vers zéro.

Ainsi la fonction w, vers laquelle tendra u_n, est une solution de l'équation (27). Ce sera donc aussi une solution de l'équation (2).

16. La suite des approximations successives $u_1, u_2, u_3, \ldots,$ par laquelle nous avons défini la fonction w, dépend du choix de la fonction u_0. Néanmoins la fonction w n'en dépendra nullement.

En effet, soient: v_0 une autre fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$ et

$$v_1, \quad v_2, \quad v_3, \quad \ldots$$

les fonctions en lesquelles se changent

$$u_1, \quad u_2, \quad u_3, \quad \ldots,$$

lorsqu'on remplace u_0 par v_0.

Nous aurons évidemment

$$u_{n+1} - v_{n+1} = \mathrm{J}(u_n - v_n).$$

Donc il viendra, comme au numéro précédent,

$$|u_n - v_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n D,$$

D étant une limite supérieure pour la valeur absolue de la différence $u_0 - v_0$ dans l'intervalle $(0, A)$; et de là il résulte que, n croissant indéfiniment, on aura

$$\lim (u_n - v_n) = 0.$$

Ainsi, de quelque manière qu'on choisisse la fonction continue u_0, on parviendra toujours à la même solution.

Toutefois la rapidité de la convergence des approximations successives dépendra du choix de cette fonction. C'est ce qu'on voit par l'inégalité (31), où M_1 est une limite supérieure pour la valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} + \mathrm{J}(u_0) - u_0$$

dans l'intervalle $(0, A)$.

Quant à ce choix, lorsqu'on ne connaît aucune expression approchée de la fonction w que l'on pourrait prendre pour u_0, le plus simple sera de poser

$$u_0 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da}.$$

En le faisant, on exprimera w par cette série

(32) $$w = w_0 + w_1 + w_2 + \ldots,$$

où l'on a

$$w_0 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da}, \qquad w_1 = \mathrm{J}(w_0), \qquad w_2 = \mathrm{J}(w_1), \qquad \ldots,$$

et où l'on aura, en général,

$$|w_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n M,$$

M étant une limite supérieure, dans l'intervalle $(0, A)$, pour la valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da}.$$

De là on voit que la fonction w vérifiera toujours l'inégalité

$$|w| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M.$$

Remarquons d'ailleurs que, si la fonction W ne peut prendre dans l'intervalle $(0, A)$ que des valeurs positives ou nulles, tous les termes de la série (32) seront positifs, de sorte qu'on aura

$$w > w_0 + w_1 + w_2 + \ldots + w_n,$$

quel que soit n.

17. On voit que les termes de la série (32) n'admettent pas, en général, de dérivées. Toutefois, d'après ce que nous avons vu au n° 11, la fonction w, qui est une solution de l'équation (18), admettra une dérivée $\frac{dw}{da}$, qui sera continue, tant que a ne se réduit pas à zéro.

En rappelant que la dérivée $\frac{dW}{da}$ a été supposée telle que $a\frac{dW}{da}$ tende vers une limite déterminée pour $a = 0$, nous allons maintenant montrer que la dérivée $\frac{dw}{da}$ possédera la même propriété.

Pour cela, reportons-nous à l'équation (23), qui conduira à cette identité

$$\left(mw + a\frac{dw}{da}\right)\int_0^a \rho\, a^2\, da - a^{m+1}\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}w}{da}\, da = ma^3 W + a\frac{da^3 W}{da}.$$

Or, en appliquant la formule (6), on trouve

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}w}{da}\, da = \rho_1 A^{2-m} w(A) - \rho\, a^{2-m} w - \int_\rho^{\rho_1} a^{2-m} w\, d\rho,$$

où $w(A)$ désigne la valeur de w pour $a = A$.

D'après cela, notre identité peut être présentée sous la forme

$$\left(mw + a\frac{dw}{da}\right)\frac{1}{a^3}\int_0^a \rho\, a^2 da = \rho_1 w(A)\left(\frac{a}{A}\right)^{m-2} - \rho w + a^{m-2}\int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} w\, d\rho + (m+3)W + a\frac{dW}{da},$$

et comme, a tendant vers zéro, le produit

$$a^{m-2}\int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} w\, d\rho$$

tend vers une limite déterminée (n° 14), on en conclut que $a\frac{dw}{da}$ tendra encore vers une limite déterminée. Cette limite ne pourra d'ailleurs différer de zéro.

Ainsi la fonction w sera telle que la dérivée $\frac{daw}{da}$ sera continue dans l'intervalle $(0, A)$ tout entier.

Nous verrons dans ce qui suit que la solution w, que nous venons de définir pour $m > 1$, est, dans ce cas, la seule possible.

IV. — Examen d'un cas particulier important.

18. Nous nous arrêterons maintenant au cas où la fonction W se réduit à

$$Na^{m-2},$$

N étant une constante. Si $m = 2$, ce sera le cas de l'équation de Clairaut.

Nous allons donc considérer l'équation

$$(33) \qquad z\int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1}\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da - \frac{a^{m+1}}{2m+1}\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = Na^{m+1},$$

et nous la traiterons par une méthode différente de celle que nous venons de développer.

A cet effet reportons-nous à ce qui a été montré aux numéros 10 et 11.

Nous avons vu que toute fonction z qui vérifie l'équation (2) vérifiera aussi celle (23), et cette dernière équation se réduit dans le cas considéré à

$$(34) \qquad \left(mz + a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1}\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = (2m+1)Na^{m+1}.$$

En éliminant entre les équations (33) et (34) l'intégrale

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da,$$

on en déduit encore celle-ci

$$(35) \qquad \left((m+1)z - a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho a^2 da - a^{-m}\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da = 0,$$

et l'on voit que toute fonction z qui vérifie les équations (34) et (35) vérifiera aussi celle (33).

Pour aller plus loin, supposons d'abord que ρ soit une fonction continue de a.

Dans ce cas, les intégrales qui figurent dans les équations (34) et (35) admettront des dérivées, et chacune de ces équations fait voir que la fonction z admettra la seconde dérivée $\frac{d^2z}{da^2}$, au moins tant que a n'est pas égal à zéro. On voit d'ailleurs que cette dérivée sera exprimable au moyen de z et $\frac{dz}{da}$; car, si l'on considère, par exemple, l'équation (35) et qu'on la différentie après l'avoir multipliée par a^m, on en déduira

$$\left[m(m+1)a^{m-1}z - a^{m+1}\frac{d^2z}{da^2}\right]\int_0^a \rho\, a^2 da - 2\rho\, a^{m+2}z - 2\rho\, a^{m+3}\frac{dz}{da} = 0,$$

ou bien

$$\left[a^2\frac{d^2z}{da^2} - m(m+1)z\right]\int_0^a \rho\, a^2 da + 2\rho\, a^3\frac{daz}{da} = 0,$$

et l'on obtiendrait le même résultat en partant de l'équation (34).

Nous parvenons ainsi à une équation différentielle linéaire du second ordre. C'est l'équation qui, dans le cas de $m = 2$, a été signalée encore par Clairaut, et qui, pour $m > 2$, a été obtenue pour la première fois par Legendre.

Rejetons maintenant la supposition que la fonction ρ soit continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Alors l'équation ci-dessus n'aura lieu que pour un certain ensemble de valeurs de a, et en général, au lieu de cette équation, nous aurons deux équations que nous allons écrire à l'instant.

En entendant par

$$u = f(a)$$

une fonction quelconque de a, considérons le rapport

$$\frac{f(a+h) - f(a)}{h},$$

et supposons que h tende vers zéro *en conservant son signe*. Si ce rapport tend vers une limite déterminée, nous conviendrons de désigner cette limite: dans le cas de $h > 0$ par

$$\underset{+}{\frac{du}{da}}$$

et dans celui de $h < 0$ par

$$\underset{-}{\frac{du}{da}}.$$

D'ailleurs, si

$$u = \frac{dv}{da},$$

nous écrirons

$$\frac{du}{\underset{+}{da}} = \frac{d^2v}{\underset{+}{da^2}}, \qquad \frac{du}{\underset{-}{da}} = \frac{d^2v}{\underset{-}{da^2}}.$$

Cela posé, il est facile de voir que, pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A, on aura ces deux équations:

$$(36) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\left(a^2 \frac{d^2z}{\underset{+}{da^2}} - m(m+1)z\right) \int_0^a \rho\, a^2 da + 2\rho(a+0)\, a^3 \frac{daz}{da} = 0, \\ &\left(a^2 \frac{d^2z}{\underset{-}{da^2}} - m(m+1)z\right) \int_0^a \rho\, a^2 da + 2\rho(a-0)\, a^3 \frac{daz}{da} = 0. \end{aligned} \right.$$

19. Soit u une solution quelconque des équations (36).

Nous aurons

$$\left(a^2 \frac{d^2u}{\underset{+}{da^2}} - m(m+1)u\right) \int_0^a \rho\, a^2 da + 2\rho(a+0)\, a^3 \frac{dau}{da} = 0,$$

et en combinant cette égalité avec la première des équations (36) nous en déduirons

$$\left(u \frac{d^2z}{\underset{+}{da^2}} - z \frac{d^2u}{\underset{+}{da^2}}\right) \int_0^a \rho\, a^2 da + 2\rho(a+0)\, a^2 \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da}\right) = 0,$$

ce qui se réduit à

$$\frac{d}{\underset{+}{da}} \left\{ \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da}\right) \left(\int_0^a \rho\, a^2 da\right)^2 \right\} = 0.$$

De même, nous aurons

$$\frac{d}{\underset{-}{da}} \left\{ \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da}\right) \left(\int_0^a \rho\, a^2 da\right)^2 \right\} = 0.$$

Or de ces deux égalités il résulte évidemment

$$(37) \qquad \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da}\right) \left(\int_0^a \rho\, a^2 da\right)^2 = C,$$

C étant une constante arbitraire; et de là il vient

$$z = Cu \int \frac{da}{\left(u \int_0^a \rho a^2 da\right)^2} + C'u,$$

où C' est une nouvelle constante arbitraire.

On voit donc que le problème de la résolution des équations (36) présente les mêmes circonstances que celui de l'intégration de l'équation différentielle linéaire du second ordre à laquelle se réduisent les équations (36) dans le cas où ρ est une fonction continue: il suffit d'obtenir une solution particulière quelconque, pour pouvoir exprimer par une quadrature la solution générale, et cette dernière s'exprimera linéairement au moyen de deux solutions particulières indépendantes.

La question se ramenant ainsi à la recherche d'une solution particulière quelconque, nous allons maintenant montrer que les équations (36) admettent une solution se présentant sous forme d'une certaine série toujours convergente.

20. En entendant par ρ_0, comme auparavant, la valeur de ρ pour $a = 0$, posons

$$\log\left(\frac{\rho_0 a^3}{3\int_0^a \rho a^2 da}\right) = \theta(a) = \theta. \tag{38}$$

Alors il viendra

$$\frac{d\theta}{\underset{+}{da}} = \frac{3}{a} - \frac{\rho(a+0)\, a^2}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

$$\frac{d\theta}{\underset{-}{da}} = \frac{3}{a} - \frac{\rho(a-0)\, a^2}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

et il est facile de voir que les équations (36) pourront s'écrire ainsi

$$\frac{d}{\underset{+}{da}}\left(a^{2m+2}\frac{da^{2-m}z}{da}\right) = 2a^{m+3}\frac{d\theta}{\underset{+}{da}}\,\frac{daz}{da},$$

$$\frac{d}{\underset{-}{da}}\left(a^{2m+2}\frac{da^{2-m}z}{da}\right) = 2a^{m+3}\frac{d\theta}{\underset{-}{da}}\,\frac{daz}{da}.$$

Cela posé, nous allons montrer que ces équations admettent une solution pour laquelle, a tendant vers zéro, les produits

$$a^{2-m}z \qquad \text{et} \qquad a\frac{da^{2-m}z}{da}$$

tendront respectivement vers 1 et vers 0.

Si l'on entend par z cette solution et que l'on pose

$$\frac{3}{a} - \frac{\rho a^2}{\int_0^a \rho a^2 da} = \theta',$$

les équations ci-dessus donneront évidemment

$$a^{2m+2} \frac{da^{2-m}z}{da} = 2\int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{daz}{da}\, da,$$

d'où il viendra

$$a^{2-m}z = 1 + 2\int_0^a a^{-2m-2}da \int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{daz}{da}\, da.$$

Donc, si l'on désigne la solution dont il s'agit par

$$a^{m-2}H(a),$$

ou simplement par $a^{m-2}H$, on aura

$$H = 1 + 2\int_0^a a^{-2m-2}da \int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{da^{m-1}H}{da}\, da,$$

équation que nous présenterons sous la forme

(39) $$H = 1 + 2S(H),$$

en posant, d'une manière générale,

$$\int_0^a a^{-2m-2}da \int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{da^{m-1}v}{da}\, da = S(v).$$

Ayant ainsi à résoudre l'équation (39), nous remarquerons tout d'abord que l'intégrale que nous avons désignée par $S(v)$ sera finie et bien déterminée toutes les fois que v est une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$ avec la dérivée $\frac{dav}{da}$.

En effet, cela revient à montrer que l'intégrale

(40) $$\int_\varepsilon^a a^{-2m-2}da \int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{da^{m-1}v}{da}\, da$$

tend vers une limite déterminée, lorsque le nombre ε, que l'on suppose positif, tend vers zéro, et à cet effet il suffit de montrer l'existence d'une limite pour l'intégrale

$$(41)\qquad \int_{\varepsilon}^{a} a^{-2m-2}\,da \int_{0}^{a} a^{2m+1}\theta'\,da\,;$$

car, d'une part, sous la condition imposée à la fonction v, l'expression

$$a^{2-m}\left|\frac{da^{m-1}v}{da}\right|$$

admet, dans l'intervalle $(0, A)$, une limite supérieure, et d'autre part, la fonction θ' ne peut prendre, dans cet intervalle, que des valeurs positives ou nulles, puisque, ρ étant une fonction décroissante de a, on a

$$\int_{0}^{a} \rho\, a^2\,da \geqq \frac{1}{3}\rho\, a^3.$$

Or, en intégrant par parties, on obtient pour l'intégrale (41) cette expression:

$$\frac{1}{2m+1}\int_{\varepsilon}^{a}\theta'\,da - \frac{a^{-2m-1}}{2m+1}\int_{0}^{a} a^{2m+1}\theta'\,da + \frac{\varepsilon^{-2m-1}}{2m+1}\int_{0}^{\varepsilon} a^{2m+1}\theta'\,da.$$

On a d'ailleurs

$$\int_{0}^{\varepsilon} a^{2m+1}\theta'\,da < \varepsilon^{2m+1}\int_{0}^{\varepsilon}\theta'\,da,$$

et comme, d'après la formule (38), la fonction $\theta(a)$ s'annule pour $a = 0$, on aura évidemment

$$\int_{0}^{\varepsilon}\theta'\,da = \theta(\varepsilon).$$

Donc, ε tendant vers zéro, l'intégrale (41) tendra vers

$$\frac{1}{2m+1}\theta - \frac{a^{-2m-1}}{2m+1}\int_{0}^{a} a^{2m+1}\theta'\,da,$$

et par suite, l'intégrale (40) tendra encore vers une limite déterminée.

Ainsi l'on voit que, dans les conditions indiquées, $S(v)$ représentera une fonction bien déterminée de a. Cette fonction sera continue dans l'intervalle $(0, A)$ et s'annulera pour

$a = 0$. D'ailleurs, tant que a ne devient pas égal à zéro, elle admettra une dérivée continue, et l'on voit aisément que le produit

$$a \frac{dS(v)}{da}$$

tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Cela posé, considérons une suite indéfinie de fonctions

$$H_1, \quad H_2, \quad H_3, \quad \ldots,$$

qu'on calculera successivement par les formules

$$H_1 = 2S(1), \qquad H_2 = 2S(H_1), \qquad H_3 = 2S(H_2),$$

et ainsi de suite.

Toutes ces fonctions seront continues dans l'intervalle $(0, A)$, s'annuleront pour $a = 0$ et admettront des dérivées continues, tant que a n'est pas égal à zéro. D'ailleurs les produits

$$a \frac{dH_1}{da}, \qquad a \frac{dH_2}{da}, \qquad a \frac{dH_3}{da}, \qquad \ldots$$

tendront pour $a = 0$ vers zéro.

Nous allons montrer que les séries

$$(42) \qquad \left\{ \begin{array}{c} H_1 + H_2 + H_3 + \ldots \\ a \frac{dH_1}{da} + a \frac{dH_2}{da} + a \frac{dH_3}{da} + \ldots \end{array} \right.$$

seront uniformément convergentes dans l'intervalle $(0, A)$.

Il en résultera que, si l'on pose

$$1 + H_1 + H_2 + H_3 + \ldots = H,$$

H représentera une fonction continue de a dans l'intervalle $(0, A)$, se réduisant pour $a = 0$ vers 1 et admettant, tant que a n'est pas égal à zéro, une dérivée continue, qui s'exprimera par la formule

$$\frac{dH}{da} = \frac{dH_1}{da} + \frac{dH_2}{da} + \frac{dH_3}{da} + \ldots$$

et sera telle que le produit

$$a \frac{dH}{da}$$

tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Il en résultera encore l'égalité

$$S(H) = S(1) + S(H_1) + S(H_2) + \dots,$$

d'où l'on voit que la fonction H ainsi définie vérifiera l'équation (39).

Ainsi tout revient à prouver la convergence uniforme des séries (42). C'est ce que nous allons faire tout de suite.

21. La formule

$$H_1 = 2S(1) = 2\int_0^a a^{-2m-2}da \int_0^a a^{m+3}\theta' \frac{da^{m-1}}{da}\, da,$$

en intégrant par parties, donne

$$H_1 = \frac{2(m-1)}{2m+1}\theta - \frac{2(m-1)}{2m+1} a^{-2m-1}\int_0^a a^{2m+1}\theta'\, da.$$

D'autre part, on a

$$\frac{dH_1}{da} = 2(m-1)\, a^{-2m-2}\int_0^a a^{2m+1}\theta'\, da.$$

Donc il vient

(43) $$a\frac{dH_1}{da} + (2m+1)H_1 = 2(m-1)\theta.$$

Pareillement, en remarquant que la formule

$$H_n = 2S(H_{n-1})$$

donne

$$H_n = \frac{2}{2m+1}\int_0^a a^{2-m}\frac{da^{m-1}H_{n-1}}{da}\theta'\, da - \frac{2}{2m+1}a^{-2m-1}\int_0^a a^{m+3}\frac{da^{m-1}H_{n-1}}{da}\theta'\, da,$$

(44) $$\frac{dH_n}{da} = 2a^{-2m-2}\int_0^a a^{m+3}\frac{da^{m-1}H_{n-1}}{da}\theta'\, da,$$

on trouve

(45) $$a\frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n = 2\int_0^a \left[a\frac{dH_{n-1}}{da} + (m-1)H_{n-1}\right]\theta'\, da.$$

Pour aller plus loin, supposons d'abord $m > 1$.

On voit facilement que les fonctions

$$H_1, \quad \frac{dH_1}{da}, \quad H_2, \quad \frac{dH_2}{da}, \quad H_3, \quad \frac{dH_3}{da}, \quad \ldots$$

seront alors toutes positives dans l'intervalle $(0, A)$.

Donc on aura

$$a\frac{dH_{n-1}}{da} + (m-1)H_{n-1} < a\frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1)H_{n-1},$$

et l'égalité (45) donnera

$$a\frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n < 2\int_0^a \left[a\frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1)H_{n-1}\right]\theta' da.$$

Par suite, en partant de l'égalité (43), on aura successivement

$$a\frac{dH_2}{da} + (2m+1)H_2 < (m-1)\int_0^a 2\theta \cdot 2\theta' da = (m-1)\frac{(2\theta)^2}{1\cdot 2},$$

$$a\frac{dH_3}{da} + (2m+1)H_3 < (m-1)\int_0^a \frac{(2\theta)^2}{1\cdot 2} 2\theta' da = (m-1)\frac{(2\theta)^3}{1\cdot 2\cdot 3},$$

et en général

(46) $$a\frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n < (m-1)\frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}.$$

De là, la fonction θ admettant dans l'intervalle $(0, A)$ une limite supérieure, à savoir

$$\theta(A) = \log\frac{\rho_0 A^3}{3\int_0^A \rho\, a^2 da},$$

il résulte que la série, dont le terme général est égal à l'expression

$$a\frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n,$$

est uniformément convergente dans l'intervalle $(0, A)$.

Donc les séries (42) seront dans le même cas.

D'ailleurs l'inégalité (46) donnera

$$H_n < (m-1)\, a^{-2m-1} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\, a^{2m}\, da\,,$$

ce qui, θ étant une fonction croissante de a, fait voir que

$$H_n < \frac{m-1}{2m+1}\, \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\,.$$

En remarquant ensuite que la formule (44) donne

$$a\frac{dH_n}{da} < 2a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m+1} \left[a\frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1) H_{n-1}\right] \theta'\, da\,,$$

d'où, en vertu de (46), on tire

$$a\frac{dH_n}{da} < 2(m-1)\, a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m+1}\, \frac{(2\theta)^{n-1}}{1\cdot 2\cdot 3\cdots (n-1)}\, \theta'\, da\,,$$

ou bien

$$a\frac{dH_n}{da} < (m-1)\frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n} - (2m+1)(m-1)\, a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m}\, \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\, da\,,$$

on voit que, si l'on pose

$$(m-1)\, a^{-2m-1} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\, a^{2m}\, da = \Omega_n\,,$$

il viendra

$$H_n < \Omega_n, \qquad \frac{dH_n}{da} < \frac{d\Omega_n}{da}\,.$$

Reste à considérer les cas de $m = 1$ et de $m = 0$.

Or, dans le cas de $m = 1$, tous les H_n seront, évidemment, égals à zéro.

Quant au cas de $m = 0$, il est facile d'établir qu'en posant

$$\frac{1}{a}\int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\, da = \Omega_n\,,$$

on aura

$$\left|\frac{dH_n}{da}\right| < \frac{d\Omega_n}{da}\,,$$

inégalité qui se réduira, pour $n = 1$, à l'égalité.

En effet, l'égalité (43) se réduit dans le cas considéré à

$$\frac{daH_1}{da} = -2\theta,$$

d'où il vient

$$H_1 = -\frac{2}{a}\int_0^a \theta\, da = -\Omega_1.$$

On a donc

$$\frac{dH_1}{da} = -\frac{d\Omega_1}{da}.$$

Or supposons que, pour une valeur quelconque de n, on ait trouvé

$$\left|\frac{dH_{n-1}}{da}\right| \leqq \frac{d\Omega_{n-1}}{da}.$$

On aura alors, dans l'intervalle $(0, A)$,

$$|H_{n-1}| \leqq \Omega_{n-1},$$

et par suite

$$\left|a\frac{dH_{n-1}}{da} - H_{n-1}\right| < \frac{da\Omega_{n-1}}{da} = \frac{(2\theta)^{n-1}}{1\cdot 2\cdot 3\cdots(n-1)}.$$

Donc la formule (44), qui se réduit dans le cas considéré à

$$\frac{dH_n}{da} = \frac{2}{a^2}\int_0^a a\left(a\frac{dH_{n-1}}{da} - H_{n-1}\right)\theta'\, da,$$

conduira à l'inégalité

$$\left|\frac{dH_n}{da}\right| < \frac{2}{a^2}\int_0^a a\frac{(2\theta)^{n-1}}{1\cdot 2\cdot 3\cdots(n-1)}\theta'\, da,$$

laquelle n'est autre chose que celle-ci:

$$\left|\frac{dH_n}{da}\right| < \frac{d\Omega_n}{da}.$$

Par suite, comme on a

$$\left|\frac{dH_1}{da}\right| = \frac{d\Omega_1}{da},$$

cette inégalité aura lieu pour toutes les valeurs de n, à partir de $n = 2$, et pour les mêmes valeurs de n on aura

$$|H_n| < \Omega_n.$$

On en conclut que les séries (42) seront absolument et uniformément convergentes dans l'intervalle $(0, A)$.

On voit d'ailleurs que, si l'on entend par Ω_n la valeur absolue de la fonction

$$(m-1)\,a^{-2m-1}\int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}\,a^{2m}\,da,$$

on aura dans tous les cas

$$|H_n| \leqq \Omega_n, \quad \left|\frac{dH_n}{da}\right| \leqq \frac{d\Omega_n}{da},$$

le signe de l'égalité se rapportant aux cas où l'on a $n = 1$ ou $m = 1$. Mais le cas de $m > 1$ se distinguera par cette circonstance que les fonctions

$$H_n, \qquad \frac{dH_n}{da}$$

seront toujours positives dans l'intervalle $(0, A)$, tandis que, pour $m = 0$, ces fonctions pourront changer de signe et, pour $m = 1$, elles seront toutes identiquement nulles.

22. Nous venons d'établir, pour les équations (36), l'existence d'une solution de la forme

$$z = a^{m-2}H(a),$$

H étant une fonction se réduisant pour $a = 0$ à 1.

Nous avons d'ailleurs obtenu pour H une expression parfaitement déterminée sous forme d'une série toujours convergente.

Cette série fait voir que, dans le cas de $m > 1$, H sera une fonction croissante de a. Quant aux deux autres cas, $m = 0$ et $m = 1$, dans le deuxième on aura $H(a) = 1$ quel que soit a, et dans le premier, H sera une fonction qui pourra croître dans certains intervalles et décroître dans d'autres, mais qui, pour des valeurs assez petites de a, sera toujours décroissante, puisque H_1, qui est donné pour $m = 0$ par la formule

$$H_1 = -\frac{2}{a}\int_0^a \theta\,da,$$

est, dans ce cas, une fonction décroissante de a.

Nous allons maintenant signaler quelques formules relatives à la fonction H, qui nous seront nécessaires dans la suite.

Nous avons vu que les équations (36) sont une conséquence de l'une ou de l'autre des équations (34) et (35), et la voie même qui a conduit aux équations (36) fait voir que toute solution de ces équations vérifiera nécessairement les suivantes:

$$(47)\quad \begin{cases} \left(mz + a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1}\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = C_1 a^{m+1}, \\ \left((m+1)z - a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho a^2 da - a^{-m}\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da = C_2 a^{-m}, \end{cases}$$

C_1, C_2 étant des constantes.

Si l'on considère une solution déterminée, ces constantes pourront être évaluées en attribuant à a une valeur particulière. Faisons le pour la solution que nous venons de définir.

En posant

$$z = a^{m-2}H(a),$$

on trouve

$$mz + a\frac{dz}{da} = [2(m-1)H(a) + aH'(a)]\, a^{m-2},$$

$$(m+1)z - a\frac{dz}{da} = [3H(a) - aH'(a)]\, a^{m-2},$$

$H'(a)$ étant la dérivée de la fonction $H(a)$.

Donc, en faisant dans la première des équations (47) $a = A$, on obtient

$$C_1 = [2(m-1)H(A) + AH'(A)]\, A^{-3}\int_0^A \rho a^2 da,$$

et en faisant dans la deuxième, après l'avoir multipliée par a^m, $a = 0$, on a

$$C_2 = 0.$$

Par suite, on parvient à ces deux égalités:

$$(48)\quad \begin{cases} \int_a^A \rho \frac{dH}{da} da = [2(m-1)H + aH']\, a^{-3}\int_0^a \rho a^2 da - h, \\ \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da = (3H - aH')\, a^{2m-2}\int_0^a \rho a^2 da, \end{cases}$$

où h est une constante donnée par la formule

$$h = [2(m-1)H(A) + AH'(A)]\,A^{-3}\int_0^A \rho\, a^2\, da.$$

On voit que cette constante est positive pour $m > 1$ et nulle pour $m = 1$. Quant au cas de $m = 0$, on ne pourra rien dire.

Arrêtons-nous au cas de $m > 1$.

Par la deuxième des formules (48), on voit que l'on aura alors

$$3H - a\frac{dH}{da} > 0.$$

Mais on peut obtenir une inégalité plus précise.

En effet, ρ étant une fonction décroissante, on a

$$\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da}\, da > \rho\, a^{2m+1}H,$$

où l'on peut aussi écrire, au lieu de ρ, $\rho(a-0)$.

Par suite il vient

$$\left(3H - a\frac{dH}{da}\right)\int_0^a \rho\, a^2\, da > \rho\, a^3 H,$$

ce qu'on peut présenter sous la forme

$$\frac{da^{-3}H}{da}\int_0^a \rho\, a^2\, da + a^{-3}H\cdot\rho\, a^2 < 0.$$

De là il est facile de conclure que l'expression

$$Ha^{-3}\int_0^a \rho\, a^2\, da$$

est une fonction décroissante de a.

Cette remarque fait voir que, m étant supérieur à 1, on aura dans l'intervalle $(0, A)$ ces inégalités:

$$1 < H(a) < \frac{1}{3}\rho_0 \frac{a^3}{\int_0^a \rho\, a^2\, da},$$

$$H(A)\frac{a^3\int_0^A \rho\, a^2\, da}{A^3\int_0^a \rho\, a^2\, da} < H(a) < H(A).$$

23. Ayant défini *une* solution des équations (36), nous allons maintenant chercher une autre solution indépendante.

Reportons-nous, à cet effet, à l'équation (37), où nous poserons

$$u = a^{m-2} H(a).$$

En attribuant à C une valeur quelconque, différente de zéro, nous pourrons prendre, pour la solution requise, toute solution de l'équation (37).

Cette solution s'exprimera donc par la formule

$$C a^{m-2} H(a) \int \frac{a^{4-2m}\, da}{\left(H \int_0^a \rho\, a^2\, da\right)^2},$$

d'où l'on voit que, si on la présente sous la forme

$$a^{-m-3} G(a),$$

de sorte qu'il viendra

$$G(a) = C a^{2m+1} H(a) \int \frac{a^{4-2m}\, da}{\left(H \int_0^a \rho\, a^2\, da\right)^2},$$

la fonction G tendra pour $a = 0$ vers

$$-\frac{9C}{(2m+1)\rho_0^2},$$

et sa dérivée G' sera telle que le produit aG' tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Dans ce qui suit, ne considérant que le cas de $m > 1$, nous nous arrêterons, pour la fonction G, à un choix parfaitement déterminé que nous allons préciser à l'instant.

Jusqu'à présent nous n'avons attribué à a que des valeurs appartenant à l'intervalle $(0, A)$. Maintenant nous allons considérer toutes les valeurs positives de a.

Tout d'abord nous devons compléter la définition de la fonction ρ, qui n'est définie que dans l'intervalle $(0, A)$, et nous le ferons en admettant que, pour $a > A$, on a toujours $\rho = 0$.

Cela posé, nous pouvons étendre la fonction H à toutes les valeurs positives de a.

A cet effet nous remarquons que les équations (36) se réduiront, pour $a > A$, à celle-ci:

$$a^2 \frac{d^2 z}{da^2} - m(m+1) z = 0.$$

Donc toute solution de ces équations sera, pour $a > A$, de la forme

$$z = \alpha a^{m+1} + \beta a^{-m},$$

α, β étant des constantes.

Pour que cette formule représente la solution $a^{m-2}H$, il faut et il suffit que l'on ait

$$\alpha A^3 + \beta A^{-2(m-1)} = H(A),$$

$$3\alpha A^2 - 2(m-1)\beta A^{-2m+1} = H'(A).$$

De là on tire

$$\alpha = \frac{1}{2m+1}\left[2(m-1)H(A) + AH'(A)\right] A^{-3},$$

$$\beta = \frac{1}{2m+1}\left[3H(A) - AH'(A)\right] A^{2(m-1)},$$

et, avec ces valeurs de α, β, on aura pour $a > A$

$$H(a) = \alpha a^3 + \beta a^{-2(m-1)}.$$

On voit que, m étant supérieur à 1, les constantes α et β seront positives.

Donc la fonction H sera, dans ce cas, toujours positive et ne cessera d'être croissante pour $a > A$.

Ayant ainsi défini la fonction H pour toutes les valeurs positives de a, nous définirons la fonction G, du moins en ce qui concerne le cas de $m > 1$, par la formule

$$G(a) = a^{2m+1} H(a) \int_a^{\infty} \frac{a^{4-2m}\, da}{\left(H \int_0^a \rho a^2\, da\right)^2}. \tag{49}$$

Remarquons que les fonctions H et G seront liées par la relation

$$a^{-m-3} G \frac{da^{m-2}H}{da} - a^{m-2} H \frac{da^{-m-3}G}{da} = \frac{1}{\left(\int_0^a \rho a^2\, da\right)^2}, \tag{50}$$

qui se réduit à

$$a\left(G\frac{dH}{da} - H\frac{dG}{da}\right) + (2m+1)\, GH = \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2\, da\right)^2}. \tag{51}$$

24. Signalons quelques propriétés de la fonction G définie par la formule (49), en supposant toujours $m > 1$.

On voit que cette fonction est toujours positive.

D'ailleurs il est facile de montrer que c'est une fonction croissante de a.

Pour le prouver, profitons de la remarque, que nous avons faite au n° 22, que

$$H a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da$$

est une fonction décroissante de a.

En vertu de cela, on a

$$\int_a^\infty \frac{a^{4-2m} da}{\left(H\int_0^a \rho a^2 da\right)^2} > \frac{a^6}{\left(H\int_0^a \rho a^2 da\right)^2} \int_a^\infty a^{-2m-2} da.$$

Donc la formule (49) donne

$$(2m+1)\, G H > \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2}. \tag{52}$$

Or, d'après (51), cela exige qu'on ait

$$G\frac{dH}{da} - H\frac{dG}{da} < 0,$$

et cette inégalité, qui se réduit à

$$\frac{d}{da}\left(\frac{G}{H}\right) > 0,$$

fait voir que non seulement G, mais encore le rapport $\frac{G}{H}$, est une fonction croissante de a.

Par suite de cela on aura dans l'intervalle $(0, A)$

$$G(a) > G(0)\, H(a), \qquad G(a) < \frac{G(A)}{H(A)} H(a).$$

En ce qui concerne les valeurs $G(0)$ et $G(A)$, on a tout d'abord

$$G(0) = \frac{9}{(2m+1)\rho_0^2},$$

de sorte que la première des deux inégalités ci-dessus se réduit à

$$G > \frac{9H}{(2m+1)\rho_0^2}.$$

Or nous avons trouvé au n° 22

$$H < \frac{1}{3}\rho_0 \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

ce qui fait voir que cette inégalité n'est qu'une conséquence de celle (52).

Quant à la valeur $G(A)$, on a

$$G(A) = \frac{A^{2m+1} H(A)}{\left(\int_0^A \rho a^2 da\right)^2} \int_A^\infty \frac{a^{4-2m} da}{(\alpha a^3 + \beta a^{2-2m})^2},$$

α, β étant des constantes dont les valeurs ont été signalées au numéro précédent.

On trouve d'ailleurs

$$\int_A^\infty \frac{a^{4-2m} da}{(\alpha a^3 + \beta a^{2-2m})^2} = \frac{1}{(2m+1)\alpha(\alpha A^{2m+1} + \beta)} = \frac{A^{2-2m}}{(2m+1)\alpha H(A)}.$$

Donc, comme on a

$$(2m+1)\alpha = [2(m-1)H(A) + AH'(A)] A^{-3},$$

il vient

(53) $$G(A) = \frac{A^6}{[2(m-1)H(A) + AH'(A)] \left(\int_0^A \rho a^2 da\right)^2}.$$

Cette formule, m étant supérieur à 1, donne

$$G(A) < \frac{1}{2(m-1)} \left(\frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}\right)^2.$$

Donc on aura dans l'intervalle $(0, A)$

$$G(a) < \frac{1}{2(m-1)} \left(\frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}\right)^2 \frac{H(a)}{H(A)}.$$

Signalons enfin ce que deviendront les égalités (47) pour la solution $a^{-m-3}G$.

En posant

$$z = a^{-m-3} G(a),$$

on trouve

$$mz + a\frac{dz}{da} = -[3G(a) - aG'(a)] a^{-m-3},$$

$$(m+1)z - a\frac{dz}{da} = [2(m+2)G(a) - aG'(a)] a^{-m-3}.$$

Donc, en faisant dans la première des équations (47) $a = A$, on obtient

$$C_1 = -[3G(A) - AG'(A)]\,A^{-2m-4}\int_0^A \rho a^2\,da,$$

et en faisant dans la deuxième, après l'avoir multipliée par a^m, $a = 0$, on trouve

$$C_2 = \frac{2}{3}(m+2)\,\rho_0\,G(0) = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

Or, en remarquant que l'égalité (51) peut être présentée sous la forme

$$[2(m-1)H + aH']\,G + (3G - aG')\,H = \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2\,da\right)^2},$$

on obtient, en posant ici $a = A$ et tenant compte de la formule (53),

(54) $$3G(A) - AG'(A) = 0.$$

On aura donc $C_1 = 0$.

Par suite on arrive à ces égalités:

(55) $$\begin{cases} \displaystyle\int_a^A \rho\,\frac{da^{-2m-1}G}{da}\,da = -(3G - aG')\,a^{-2m-4}\int_0^a \rho a^2\,da, \\ \displaystyle\int_0^a \rho\,\frac{dG}{da}\,da = [2(m+2)G - aG']\,a^{-3}\int_0^a \rho a^2\,da - g, \end{cases}$$

où g est une constante ayant la valeur

$$g = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

25. Après cette digression, revenons à notre problème.

En cherchant à résoudre l'équation (33), nous avons été amené à considérer les équations (34) et (35).

Or par les formules (48) on voit qu'on satisfera à ces équations, dans le cas de $m > 1$, en posant

$$z = \frac{(2m+1)N}{h}\,a^{m-2}H(a).$$

Cette formule donne donc une solution de l'équation (33), et il est facile de s'assurer qu'on ne peut avoir aucune autre solution.

En effet, s'il y en avait encore une autre solution, la différence de cette solution et de la précédente satisferait aux équations

$$\left(mz + a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho\, a^2 da - a^{m+1}\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\,da = 0,$$

$$\left((m+1)z - a\frac{dz}{da}\right)\int_0^a \rho\, a^2 da - a^{-m}\int_0^a \rho\,\frac{da^{m+3}z}{da}\,da = 0,$$

Or toute solution de ces équations vérifiera celles (36) et sera, par suite, de la forme

$$Ca^{m-2}H(a) + C'a^{-m-3}G(a),$$

C, C' étant des constantes.

Posons donc dans les équations ci-dessus

$$z = Ca^{m-2}H(a) + C'a^{-m-3}G(a).$$

En tenant compte des égalités (48) et (55), on parviendra ainsi à celles-ci:

$$hC = 0, \qquad gC' = 0.$$

On aura donc

$$C = C' = 0,$$

car, pour $m > 1$, h est différent de zéro, et g ne s'annule jamais.

On arrive ainsi à la conclusion que l'équation

$$z\int_0^a \rho\, a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1}\int_0^a \rho\,\frac{da^{m+3}z}{da}\,da - \frac{a^{m+1}}{2m+1}\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\,da = 0,$$

dans le cas de $m > 1$, ne peut être satisfaite qu'en posant $z = 0$, et que, par suite, l'équation (2) ne peut admettre, dans ce cas, qu'une seule solution.

V. — Nouvelle forme de la solution dans le cas général.

26. En retenant toujours la supposition $m > 1$, nous allons maintenant signaler une formule générale, qui donnera la solution de l'équation (2) au moyen des fonctions H et G introduites dans la Section précédente.

Cette formule est la suivante:

$$z = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} + a^{-m-3} G \int_0^a \rho \frac{d a^{m+3} H W}{da}\, da + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{d a^{2-m} G W}{da}\, da. \tag{56}$$

Pour la prouver, nous allons simplement montrer que la fonction z ainsi définie satisfait réellement à l'équation (2). Mais avant de le faire, vérifions cette formule sur le cas particulier que nous venons de considérer, celui où l'on a $W = N a^{m-2}$.

En supposant, pour plus de simplicité, $N = 1$, nous aurons, d'après la formule (56), l'expression suivante pour la solution de l'équation (33):

$$z = \frac{a^{m+1}}{\int_0^a \rho\, a^2\, da} + a^{-m-3} G \int_0^a \rho \frac{d a^{2m+1} H}{da}\, da + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{dG}{da}\, da.$$

Or, par la deuxième des formules (48), on a

$$a^{-m-3} \int_0^a \rho \frac{d a^{2m+1} H}{da}\, da = (3H - aH') a^{m-5} \int_0^a \rho\, a^2\, da,$$

et la deuxième des formules (55) donne

$$a^{m-2} \int_a^A \rho \frac{dG}{da}\, da = [2(m+2) G(A) - A G'(A)] A^{-3} \int_0^A \rho\, a^2\, da \cdot a^{m-2}$$
$$- [2(m+2) G - a G'] a^{m-5} \int_0^a \rho\, a^2\, da.$$

On a d'ailleurs, en vertu de (54),

$$2(m+2) G(A) - A G'(A) = (2m+1) G(A),$$

et la formule (53), en introduisant la constante h qui figure dans la première des égalités (48), peut être présentée sous la forme

$$G(A) = \frac{A^3}{h \int_0^A \rho\, a^2\, da}.$$

Donc il vient

$$[2(m+2)G(A) - AG'(A)]\,A^{-5}\int_0^A \rho a^2\,da = \frac{2m+1}{h},$$

et de cette manière on trouve

$$a^{m-2}\int_a^A \rho \frac{dG}{da}\,da = \frac{2m+1}{h}a^{m-2} + [aG' - 2(m+2)G]\,a^{m-5}\int_0^a \rho a^2\,da.$$

Par ces formules, en tenant compte de la relation (51), on obtient, pour la quantité

$$a^{-m-3}G\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da}\,da + a^{m-2}H\int_a^A \rho \frac{dG}{da}\,da,$$

cette expression:

$$\frac{2m+1}{h}a^{m-2}H - \frac{a^{m+1}}{\int_0^a \rho a^2\,da}$$

Notre formule se réduit donc à

$$z = \frac{2m+1}{h}a^{m-2}H,$$

et ce résultat s'accorde bien avec celui signalé au numéro précédent.

27. En passant au cas général, posons pour abréger

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}HW}{da}\,da = P, \qquad \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}GW}{da}\,da = -Q,$$

de sorte que la formule (56) s'écrira ainsi

$$z = \frac{a^3W}{\int_0^a \rho a^2\,da} + a^{-m-3}GP - a^{m-2}HQ.$$

De là, en remarquant qu'en vertu de (50) on a

$$a^{-m-3}G\frac{da^{m+3}HW}{da} - a^{m-2}H\frac{da^{2-m}GW}{da} = \frac{a^5W}{\left(\int_0^a \rho a^2\,da\right)^2},$$

il est facile de conclure les égalités suivantes:

$$\frac{da^{2-m}z}{da} = \frac{\frac{da^{5-m}W}{da}}{\int_0^a \rho a^2\, da} + P\frac{da^{-2m-1}G}{da} - Q\frac{dH}{da},$$

$$\frac{da^{m+3}z}{da} = \frac{\frac{da^{m+6}W}{da}}{\int_0^a \rho a^2\, da} + P\frac{dG}{da} - Q\frac{da^{2m+1}H}{da}.$$

En partant de ces formules, nous allons maintenant chercher les valeurs des intégrales

$$\int_a^A \rho\frac{da^{2-m}z}{da}\, da \qquad \text{et} \qquad \int_0^a \rho\frac{da^{m+3}z}{da}\, da.$$

En posant

$$\rho\frac{da^{m+3}HW}{da} = P',$$

de sorte qu'il viendra

$$P = \int_0^a P'\, da,$$

et intégrant par parties (n° 1), nous obtenons

$$\int_a^A \rho\frac{da^{-2m-1}G}{da} P\, da = P\int_a^A \rho\frac{da^{-2m-1}G}{da}\, da + \int_a^A P'\left(\int_a^A \rho\frac{da^{-2m-1}G}{da}\, da\right) da.$$

De même, en posant

$$\rho\frac{da^{2-m}GW}{da} = Q',$$

ce qui donne

$$Q = \int_A^a Q'\, da,$$

on aura

$$\int_a^A \rho\frac{dH}{da} Q\, da = Q\left(\int_a^A \rho\frac{dH}{da}\, da + h\right) + \int_a^A Q'\left(\int_a^A \rho\frac{dH}{da}\, da + h\right) da.$$

Or, par les formules (48) et (55), on a

$$\int_a^A \rho \frac{dH}{da}\, da + h = \frac{da^{2m-2}H}{da}\, a^{-2m} \int_0^a \rho\, a^2\, da,$$

$$\int_0^a \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da}\, da = \frac{da^{-3}G}{da}\, a^{-2m} \int_0^a \rho\, a^2\, da.$$

Donc, en remarquant que

$$\frac{da^{m+3}HW}{da}\,\frac{da^{-3}G}{da} - \frac{da^{2-m}GW}{da}\,\frac{da^{2m-1}H}{da} = \left(a^{2m-2}H\,\frac{da^{-3}G}{da} - a^{-3}G\,\frac{da^{2m-2}H}{da}\right)\frac{da^{5-m}W}{da},$$

et que, d'après (50),

$$a^{2m-2}H\,\frac{da^{-3}G}{da} - a^{-3}G\,\frac{da^{2m-2}H}{da} = -\frac{a^{2m}}{\left(\int_0^a \rho\, a^2\, da\right)^2},$$

on trouve

$$P'\int_a^A \rho\,\frac{da^{-2m-1}G}{da}\, da - Q'\left(\int_a^A \rho\,\frac{dH}{da}\, da + h\right) = -\frac{\rho\,\frac{da^{5-m}W}{da}}{\int_0^a \rho\, a^2\, da}.$$

Par suite il vient

$$\int_a^A \rho\,\frac{da^{2-m}z}{da}\, da = P\int_a^A \rho\,\frac{da^{-2m-1}G}{da} - Q\left(\int_a^A \rho\,\frac{dH}{da}\, da + h\right).$$

On considérera ensuite les intégrales

$$\int_\varepsilon^a \rho\,\frac{dG}{da}\, P\, da, \qquad \int_\varepsilon^a \rho\,\frac{da^{2m+1}H}{da}\, Q\, da,$$

ε étant un nombre positif. En les transformant au moyen de l'intégration par parties, puis, en faisant tendre ε vers zéro, on obtiendra, dans les suppositions admises à l'égard de W,

$$\int_0^a \rho\,\frac{dG}{da}\, P\, da = P\left(\int_0^a \rho\,\frac{dG}{da}\, da + g\right) - \int_0^a P'\left(\int_0^a \rho\,\frac{dG}{da}\, da + g\right) da,$$

$$\int_0^a \rho\,\frac{da^{2m+1}H}{da}\, Q\, da = Q\int_0^a \rho\,\frac{da^{2m+1}H}{da}\, da - \int_0^a Q'\left(\int_0^a \rho\,\frac{da^{2m+1}H}{da}\, da\right) da.$$

Comme d'ailleurs, d'après (48) et (55),

$$\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da = -\frac{da^{-3} H}{da} a^{2m+2} \int_0^a \rho a^2 da,$$

$$\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g = -\frac{da^{-2m-4} G}{da} a^{2m+2} \int_0^a \rho a^2 da,$$

on aura, eu égard à (50),

$$P'\left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g\right) - Q' \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da = \frac{\rho \dfrac{da^{m+6} W}{da}}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Par suite il viendra

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3} z}{da} da = P\left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g\right) - Q \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da.$$

Or des expressions ainsi obtenues pour les intégrales

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3} z}{da} da, \qquad \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} z}{da} da$$

il résulte, en vertu de (48) et (55),

$$a^{-m} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} z}{da} da + a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} z}{da} da = (2m+1)\left(Pa^{-m-3} G - Q a^{m-2} H\right) \int_0^a \rho a^2 da,$$

et le second membre est ici égal à

$$(2m+1)\, z \int_0^a \rho a^2 da - (2m+1)\, a^3 W.$$

Donc la formule (56) satisfait bien à l'équation (2).

28. Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, que la fonction W est continue dans l'intervalle $(0, A)$. Voyons maintenant ce qui aura lieu dans le cas où cette fonction, tout en restant continue tant que $a > 0$, devient infinie ou indéterminée pour $a = 0$.

Tout d'abord il est facile de voir que la formule (56) n'aura de sens que si le produit $a^{m+3} W$ tend, pour $a = 0$, vers une limite déterminée.

Si cette limite est égale à zéro, la formule dont il s'agit donnera toujours la solution de l'équation (2). Mais, si, a tendant vers zéro, on a

$$\lim a^{m+3} W = \lambda,$$

λ étant un nombre différent de zéro, la solution de l'équation (2) sera donnée, au lieu de la formule (56), par celle-ci

$$z = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \cdot \left(\frac{3\lambda\rho_0}{2m+4} + \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} GW}{da} da.$$

Sans nous arrêter à la démonstration, vérifions cette formule dans le cas où

$$W = a^{-m-3}.$$

Dans ce cas, la formule ci-dessus devient

$$z = \frac{a^{-m}}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \cdot \left(\frac{3\rho_0}{2m+4} + \int_0^a \rho \frac{dH}{da} da \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1} G}{da} da.$$

Or, en se servant de la première des formules (55) et remarquant que la première des formules (48) donne

$$\int_0^a \rho \frac{dH}{da} da = \frac{2}{3}(m-1)\rho_0 - [2(m-1)H + aH'] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da,$$

on trouve, pour

$$a^{-m-3} G \cdot \left(\int_0^a \rho \frac{dH}{da} da - \frac{2}{3}(m-1)\rho_0 \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1} G}{da} da,$$

cette expression

$$-[(2m+1)GH + a(GH' - HG')] a^{-m-6} \int_0^a \rho a^2 da,$$

laquelle, en vertu de (51), se réduit à

$$-\frac{a^{-m}}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Donc notre formule se réduira à

$$z = \left(\frac{3}{2m+4} + \frac{2m-2}{3}\right)\rho_0 a^{-m-3} G = \frac{(2m+1)^2}{6(m+2)}\rho_0 a^{-m-3} G;$$

et c'est bien la solution de l'équation (2) dans le cas de $W = a^{-m-3}$, car les formules (55) donnent

$$\frac{a^{-m}}{2m+1}\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + \frac{a^{m+1}}{2m+1}\int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da = a^{-m-3} G \int_0^a \rho a^2 da - \frac{g}{2m+1} a^{-m},$$

où

$$g = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

Remarquons qu'on peut ne pas supposer l'existence de la dérivée $\frac{dW}{da}$, et que, si l'on suppose seulement que la fonction $a^{m+3}W$ est continue dans l'intervalle $(0, A)$, en considérant l'équation (2) comme celle de la forme (18), la formule que nous venons de signaler en donnera toujours la solution, à condition de remplacer les intégrales, qui y figurent, par les symboles

$$\mathop{\mathrm{S}}_0^a \rho\,\Delta(a^{m+3}HW), \qquad \mathop{\mathrm{S}}_a^A \rho\,\Delta(a^{2-m}GW).$$

Remarquons enfin que, si le produit $a^{m+3}W$ ne tendait pour $a = 0$ vers aucune limite, l'équation (2) ou celle (18) serait impossible.

Nous nous bornerons à signaler ces résultats sans démonstration, puisqu'ils ne pourront trouver d'application dans la théorie de la figure des planètes.

29. En reprenant nos suppositions ordinaires à l'égard de W, nous allons maintenant signaler quelques conclusions qu'on peut tirer de la formule (56).

Supposons que W soit une fonction positive et croissante dans l'intervalle $(0, A)$, ou du moins, que les fonctions W et $\frac{dW}{da}$, dans cet intervalle, ne deviennent jamais négatives.

Alors la fonction z sera encore positive et croissante dans l'intervalle $(0, A)$.

Le fait qu'elle sera positive résulte déjà de ce qui a été remarqué au n° 16, car, l'équation (2) n'admettant qu'une seule solution, la fonction z définie par la formule (56) coïncidera avec la fonction w considérée dans le numéro cité. On voit d'ailleurs que cette fonction vérifiera l'inégalité

$$z > \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Il ne reste donc qu'à prouver que la dérivée $\frac{dz}{da}$ ne devient pas négative dans l'intervalle $(0, A)$.

Or la formule (56), avec les notations du nº 27, donne

$$\frac{dz}{da} = \frac{\frac{da^3 W}{da}}{\int_0^a \rho a^2\, da} + \frac{da^{-m-3} G}{da} P - \frac{da^{m-2} H}{da} Q,$$

et comme, d'après (50), on a

$$\frac{da^{-m-3} G}{da} = \frac{a^{-m-3} G}{a^{m-2} H} \frac{da^{m-2} H}{da} - \frac{a^{2-m}}{H\left(\int_0^a \rho a^2\, da\right)^2},$$

il en résulte, eu égard à la formule (56),

$$\frac{dz}{da} = \frac{\frac{da^3 W}{da}}{\int_0^a \rho a^2\, da} - \frac{a^{2-m} P}{H\left(\int_0^a \rho a^2\, da\right)^2} + \frac{a^{2-m}}{H} \frac{da^{m-2} H}{da} \left(z - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2\, da}\right).$$

D'autre part, ρ étant une fonction décroissante et H, W des fonctions croissantes, on voit facilement que

$$P = \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} HW}{da}\, da$$

ne surpassera pas la quantité

$$a^m HW \int_0^a \rho \frac{da^3}{da}\, da = 3 a^m HW \int_0^a \rho a^2\, da.$$

Donc on aura

$$\frac{dz}{da} > \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2\, da} \frac{dW}{da} + \frac{a^{2-m}}{H} \frac{da^{m-2} H}{da} \left(z - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2\, da}\right),$$

et cela prouve bien l'inégalité

$$\frac{dz}{da} > 0.$$

Ce que nous venons de montrer fait voir que, dans les suppositions admises, la fonction $z = z(a)$ vérifiera, dans l'intervalle $(0, A)$, les inégalités

$$z(0) < z < z(A).$$

Quant aux valeurs $z(0)$, $z(A)$, la formule (56) donne: dans le cas de $m > 2$,

$$z(0) = \frac{3}{\rho_0} W(0);$$

dans le cas de $m = 2$,

$$z(0) = \frac{3}{\rho_0} W(0) + \rho_0 G(0) W(0) + \int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da$$
$$= \frac{24}{5\rho_0} W(0) + \int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da,$$

et dans les deux cas,

$$z(A) = \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da} W(A) + A^{-m-3} G(A) \int_0^A \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da.$$

On voit que, pour $m = 2$,

$$z(0) > \frac{3}{\rho_0} W(0).$$

Mais on obtiendra une inégalité plus précise de cette espèce en procédant comme il suit.

On a évidemment

$$\int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da > W(0) \int_0^A \rho \frac{dG}{da} da.$$

Or, dans le cas de $m = 2$, la deuxième des formules (55), eu égard à (54), donne

$$\int_0^A \rho \frac{dG}{da} da = 5G(A) A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da - \frac{24}{5\rho_0}.$$

D'ailleurs, par la formule (53), on a

$$G(A) A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da = \frac{A^3}{[2H(A) + AH'(A)] \int_0^A \rho a^2 da}.$$

On aura donc

$$z(0) > \frac{5W(0)}{2H(A) + AH'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}.$$

Comme, d'après ce que nous avons vu au n° 22,

$$aH' < 3H,$$

on aura encore, à plus forte raison,

$$z(0) > \frac{W(0)}{H(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 \, da}.$$

En ce qui concerne la valeur $z(A)$, on obtiendra, eu égard à ce que

$$\int_0^A \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da < 3A^m H(A) W(A) \int_0^A \rho a^2 \, da,$$

cette inégalité :

$$\frac{z(A)}{W(A)} < \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 \, da} + 3A^{-3} G(A) H(A) \int_0^A \rho a^2 \, da,$$

où le second membre, en tenant compte de (53), se réduit à

(57) $$\frac{(2m+1) H(A) + A H'(A)}{2(m-1) H(A) + A H'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 \, da}.$$

On aura donc

$$z(A) < \frac{(2m+1) H(A) + A H'(A)}{2(m-1) H(A) + A H'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 \, da} W(A).$$

30. Soit L la plus grande valeur absolue de la fonction W dans l'intervalle $(0, A)$. D'après ce que nous venons de montrer, on aura, dans cet intervalle,

(58) $$|z| < \frac{(2m+1) H(A) + A H'(A)}{2(m-1) H(A) + A H'(A)} \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 \, da},$$

si W est une fonction positive et croissante.

Nous allons maintenant montrer que cette inégalité aura lieu dans tous les cas.

Désignons le second membre de la formule (56) par $\mathrm{T}(W)$, de sorte que cette formule s'écrira ainsi :

$$z = \mathrm{T}(W).$$

Comme nous avons déjà remarqué au numéro précédent, on aura, dans l'intervalle $(0, A)$,

$$T(W) > 0,$$

toutes les fois qu'on a constamment $W > 0$; et cette propriété de l'expression $T(W)$ est facile à démontrer directement, en partant de la formule (7), ou de celle (6), comme nous l'avons fait au n° 14 pour établir une propriété analogue de l'expression que nous avons désignée par $J(u)$.

Cela posé, si l'on a dans l'intervalle $(0, A)$ constamment

$$W < V,$$

V, W étant des fonctions quelconques continues dans cet intervalle, on aura

$$T(V - W) > 0,$$

et par suite

$$T(W) < T(V).$$

De là, L étant la plus grande valeur absolue de la fonction W dans l'intervalle $(0, A)$, il est facile de conclure l'inégalité

$$|T(W)| < L\,T(1).$$

Or, d'après ce que nous avons montré au numéro précédent, $T(1)$ est une fonction croissante de a dans l'intervalle $(0, A)$, et sa valeur pour $a = A$ ne surpasse pas la quantité (57).

Donc l'inégalité ci-dessus conduit à celle (58).

31. On voit que l'inégalité (58) donne

$$|z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 \, da}.$$

Or, en entendant par M la plus grande valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 \, da}$$

dans l'intervalle $(0, A)$, nous avons obtenu au n° 16 une inégalité équivalente à celle-ci

$$(59) \qquad |z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M.$$

Comme on a évidemment toujours

$$M \leqq \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 \, da},$$

cette derniére inégalité est plus précise.

Voyons comment pourrait-on la conclure de la formule (56).

A cet effet, en nous reportant à l'équation (2), que nous présenterons, comme au n° 13, sous la forme

(60) $$z - \mathrm{J}(z) = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 \, da},$$

nous remarquons que, si l'on a

$$W = [1 - \mathrm{J}(1)] \, a^{-3} \int_0^a \rho a^2 \, da,$$

cette équation ne pourra être satisfaite qu'en posant $z = 1$.

Donc, en faisant pour abréger

$$[1 - \mathrm{J}(1)] \, a^{-3} \int_0^a \rho a^2 \, da = I,$$

on aura

(61) $$\mathrm{T}(I) = 1.$$

Or nous avons établi au n° 14 l'inégalité

$$\mathrm{J}(1) < \frac{3}{2m+1},$$

qui donne

$$I > \frac{2(m-1)}{2m+1} \, a^{-3} \int_0^a \rho \, a^2 \, da.$$

Donc l'inégalité

$$\frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 \, da} |W| < M$$

donnera

$$|W| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M I.$$

Par suite on déduira de l'équation

$$z = \mathrm{T}(W)$$

l'inégalité suivante

$$|z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M\,\mathrm{T}(I),$$

laquelle, d'après (61), n'est autre chose que celle (59).

Remarquons toutefois que la plus simple manière d'établir cette inégalité découle immédiatement de l'équation (60) elle-même.

En effet, en entendant par c la plus grande valeur absolue de la fonction z dans l'intervalle $(0, A)$, on en déduit

$$|z| < \mathrm{J}(1)c + M < \frac{3}{2m+1}c + M,$$

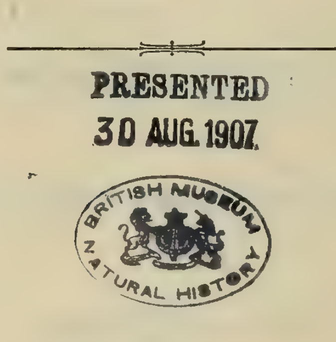
inégalité ayant lieu pour toute valeur de a dans cet intervalle.

Or, en attribuant à a une valeur pour laquelle $|z| = c$, il s'ensuit

$$c < \frac{2m+1}{2(m-1)} M,$$

et cela donne bien l'inégalité (59).

Après cette étude générale, nous aurions dû nous arrêter à un examen plus détaillé, du moins en ce qui concerne les plus simples équations de la forme (2) qui se présentent dans la théorie de la figure des planètes. Mais nous nous proposons de le faire dans un autre Mémoire.






ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST-PÉTERSBOURG.

VIII SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. | CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 11 и послѣдній. | **Volume XV. № 11 et dernier.**

КЪ УЧЕНІЮ О ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМѢ

ГОЛОВАСТИКА, ЛЯГУШКИ И ЯЩЕРИЦЫ.

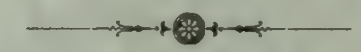
АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗСЛѢДОВАНІЕ.

д-ръ **Г. Іосифовъ.**

Прозекторъ и приватъ-доцентъ при каѳедрѣ нормальной анатоміи Харьковскаго Университета.

(Съ 1 таблицей.)

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 29 октября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.



Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 50 коп. — Prix: 1 Mrk. 50 Pf.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST-PÉTERSBOURG.
VIIIe SÉRIE.
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. | CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Томъ XV. № 11 и послѣдній. | Volume XV. № 11 et dernier.

КЪ УЧЕНІЮ О ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМѢ

ГОЛОВАСТИКА, ЛЯГУШКИ И ЯЩЕРИЦЫ.

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗСЛѢДОВАНІЕ.

д-ръ **Г. Іосифовъ.** - Josifov (

Прозекторъ и приватъ-доцентъ при каѳедрѣ нормальной анатоміи Харьковскаго Университета.

(съ 1 таблицей.)

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 29 октября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST-PÉTERSBOURG.

Продается у коммиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера** въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et **C. Ricker** à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 50 коп. — Prix: 1 Mrk. 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрѣль 1904 года.
Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ.*

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9 лин., № 12).

Къ ученію о лимфатической системѣ головастика, лягушки и ящерицы.

Д-ра медицины **Г. Іосифова.**

Млечные сосуды (vasa chylifera) были открыты Каспаромъ Азелли, изъ Кремоны, въ 1622 г. и, какъ справедливо замѣчаетъ Іосифъ Гиртль въ своемъ руководствѣ къ анатоміи человѣка, событіе это составило одну изъ интереснѣйшихъ главъ исторіи анатоміи.

Хотя много времени протекло со дня открытія лимфатической системы и ученіе о ней достигло значительной степени своего развитія, благодаря многочисленнымъ работамъ извѣстныхъ анатомовъ, но трудность изученія этого рода сосудовъ служитъ причиною того, что до сихъ поръ еще существуетъ много пробѣловъ и даже непочатаго матеріала, требующаго разработки.

Вниманіе ученыхъ естественно, вообще, болѣе обращено на изученіе строенія высшихъ позвоночныхъ животныхъ, слѣдовательно, и лимфатическая система послѣднихъ болѣе разработана, тогда какъ у низшихъ позвоночныхъ животныхъ она изучена очень неполно. У рыбъ, напримѣръ, лимфатическая система еще почти не выяснена; болѣе подробно она разработана у амфибій, сравнительно очень недавно, а между тѣмъ тщательное и всестороннее изученіе лимфатической системы у низшихъ животныхъ необходимо не только потому, что изученіе этой области представляетъ научный интересъ, но и для разъясненія сравнительно анатомическими фактами той же системы у высшихъ животныхъ, т. е. у млекопитающихъ и у человѣка.

Мнѣ кажется, что между низшими позвоночными должна быть тщательно изучена лимфатическая система лягушки потому, что это животное служитъ для различныхъ физіологическихъ опытовъ, представляя матеріалъ очень обильный, очень доступный, находящійся всегда подъ рукою.

Въ жизни лягушки наблюдаются двѣ стадіи: стадія головастика и стадія взрослой лягушки, слѣдовательно, и ученіе о лимфатической системѣ распадается на два отдѣла — 1) лимфатическая система головастика, 2) лимфатическая система взрослой лягушки.

Лимфатическая система головастика.

Ученіе о лимфатической системѣ головастика, состоящей, какъ и у взрослой лягушки, изъ лимфатическихъ сердецъ и лимфатическихъ сосудовъ, находится въ зачаточномъ состояніи.

Въ настоящей работѣ я коснусь только лимфатическихъ сердецъ.

Заднія лимфатическія сердца.

Лимфатическія сердца, находящіяся у головастика съ каждой стороны хвоста, вдоль по sulcus lateralis, числомъ отъ 4—5, найдены и подробно описаны Вл. Великимъ. Но наблюденія Великаго до настоящаго времени, несмотря на ихъ важность, мало извѣстны потому, что новѣйшія руководства по зоологіи и сравнительной анатоміи оставляютъ безъ вниманія этотъ интересный вопросъ.

Занявшись изслѣдованіемъ лимфатическихъ сердецъ головастика и лягушки, я получилъ нѣкоторыя новыя данныя, которыя я и изложу ниже.

Головастики, говоритъ Вл. Великій, у которыхъ начинаютъ развиваться заднія конечности, уже имѣютъ ритмическія сокращенія пузырьковъ, что можно наблюдать простымъ глазомъ у головастика, имѣющаго въ длину отъ 2—2½ ctm., и съ помощью лу́пы или микроскопа у экземпляровъ меньшей величины. Для наблюденія небольшіе головастики обыкновенно укладываются или во влажную камеру, или на столикъ Максъ-Шульца, спеціально предназначенный для изслѣдованія хвостовъ головастика. Весьма полезно для обездвиженія животнаго отрѣзать ему голову на уровнѣ продолговатаго мозга, послѣ чего, съ помощью микроскопа, можно видѣть въ нѣсколькихъ мѣстахъ группы пигментныхъ клѣтокъ, расположенныхъ въ видѣ кружковъ вдоль надъ веною. На препаратахъ, окрашенныхъ анилиновой синью, видна связь лимфат. сердецъ между собою, лимфатическимъ сосудомъ, лежащимъ параллельно боковой венѣ, а также видны поперечные тонкіе стволики, впадающіе въ лимфатическіе сосуды той и другой стороны, въ разныхъ мѣстахъ. Это соединеніе лимфатическихъ сердецъ тонкимъ боковымъ сосудомъ доказываетъ, что лимфатическія сердца есть не что иное, какъ мѣстное расширеніе лимфатическихъ сосудовъ, а не выросты венныхъ стѣнокъ. Образованіе лимфатическихъ сосудовъ происходитъ между 20 — 27 днемъ жизни головастика.

Обыкновенно мы видимъ лимфатическія сердца у головастиковъ расположенными на боковой венѣ, приблизительно въ серединѣ между отходящими межреберными венами. Мышцы, составляющія основу сердецъ, по виду сходные съ скелетными мышцами, состоятъ изъ чрезвычайно тоненькихъ волоконецъ, образующихъ прикосновеніемъ сѣти и перегородки на сердцахъ, лежащихъ ближе къ туловищу. Эти послѣднія больше, нежели заднія; иногда бываетъ, что среднія больше боковыхъ.

У головастика, у котораго развились обѣ пары конечностей, всѣ четыре сердца съ каждой стороны сформированы вполнѣ и пульсируютъ энергично; мышечная ткань хорошо развита у всѣхъ четырехъ.

Переднія лимфатическія сердца головастика.

Итакъ, изъ изложеннаго мы видимъ, что Великій очень тщательно и подробно изучилъ лимфатическія сердца хвоста головастика, но онъ ровно ничего не говоритъ о 2-хъ переднихъ лимфатическихъ сердцахъ, найденныхъ мною на боковыхъ поверхностяхъ туловища, позади переднихъ конечностей. Вслѣдствіе этого я считаю, что лимфатическихъ сердецъ у головастика не 8, а 10 — два переднихъ и 8 заднихъ (См. рис. № 1, изображающій головастика въ увеличенномъ видѣ. Кожа съ боковой поверхности туловища и хвоста снята, видны: 4 заднія сердца, лежащія вдоль боковой вены хвоста; надъ ними — боковая вѣтвь n. vagi; переднее сердце сбоку продольнаго мышечнаго слоя туловища, позади передней конечности, въ углу дѣленія боковой вѣтви n. vagi).

Методъ изслѣдованія лимфатическихъ сердецъ головастика.

Изслѣдованіе заднихъ сердецъ.

Чтобы видѣть лимфатическія сердца, необходимо удалить на хвостѣ кожу, черезъ которую просвѣчиваетъ боковая вена, точно опредѣляющая положеніе заднихъ лимфатическихъ сердецъ; для этого поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ глубокую тарелку, дно которой покрываютъ слоемъ воска темнаго цвѣта, наливаютъ въ нее воды столько, чтобы головастикъ могъ плавать, и кладутъ живого головастика боковой поверхностью на воскъ, прикалывая его булавками такъ, чтобы онъ не двигался[1]). Послѣ этого осторожно пинцетомъ и иглою снимаютъ кожу, начиная отъ того мѣста, гдѣ находятся переднія конечности, по направленію къ хвосту. Необходимо работать чрезвычайно осторожно потому, что при грубомъ снятіи кожи разрываются лимфатическія сердца, а также разрывается и смѣщается боковая вѣтвь n. vagi, идущая подъ кожею отъ головы вдоль хвоста. При цѣлости же боковой вѣтви n. vagi переднее сердце тотчасъ обнаруживается въ углу дѣленія ея на двѣ части (см. рис. № 1).

Заднія лимфатическія сердца лежатъ въ видѣ черныхъ точекъ, на боковой поверхности хвоста, подъ кожею, вдоль боковой вены, съ каждой стороны по 4, иногда по 5, и хорошо видны простымъ глазомъ. Разсматривая ихъ въ лупу, можно наблюдать ихъ пульсацію. Каждое лимфатическое сердце представляется въ видѣ пигментнаго пузырька, сидящаго на венѣ и по виду отличающагося отъ послѣдней меньшимъ содержаніемъ пигмента. Поверхность этихъ пузырьковъ неровна и какъ бы покрыта выступами; неровная поверхность получается вслѣдствіе сдиранія кожи, соединенной съ пузырьками, гораздо слабѣе, чѣмъ съ веной, отчего нерѣдко, снимая кожу, можно отдѣлить вмѣстѣ съ нею и сердца, а вена останется на хвостѣ.

1) Для изслѣдованія наиболѣе пригодны большіе экземпляры; ловятся головастики среди водорослей обыкновеннымъ сачкомъ изъ марли; хорошее освѣщеніе изслѣдуемаго животнаго играетъ большую роль въ успѣхѣ изслѣдованія. Самое идеальное освѣщеніе получается тогда, когда изслѣдуемый предметъ освѣщенъ непосредственно лучами солнца. Если изслѣдованіе производятъ лупою съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ, то освѣщеніе объекта можетъ быть только тогда, когда лучи падаютъ косо, т. е. утромъ или вечеромъ. Косые лучи можно получить искусственно при помощи зеркала.

Мнѣ не удалось налить тушью лимфатическіе сосуды головастика, поэтому я не видѣлъ связи заднихъ лимфатическихъ сердецъ лимфатическими стволами, о которой говоритъ Вл. Великій.

Впослѣдствіи сердца головастика становятся достояніемъ взрослой лягушки, у которой мы не находимъ подобной связи сердецъ съ лимфатическими сосудами.

У взрослой лягушки, какъ мы увидимъ далѣе, въ стѣнкахъ лимфатическихъ сердецъ находятся отверстія, въ которыя, изъ окружающихъ лимфатическихъ пространствъ во время діастолы, втекаетъ лимфа. Если это такъ, то куда и какимъ образомъ исчезаютъ лимфатическіе сосуды головастика, приносящіе лимфу въ лимфатическія сердца, какъ говоритъ Великій, остается неизвѣстнымъ.

Прослѣдивъ существованіе заднихъ лимфатическихъ сердецъ хвоста головастика, открытыхъ Великимъ, я обратился къ изслѣдованію у головастика переднихъ сердецъ, о существованіи которыхъ я предполагалъ по аналогіи головастика со взрослой лягушкой.

Изслѣдованіе переднихъ лимфатическихъ сердецъ головастика.

Дѣйствительно, положивъ головастика въ воду, какъ описано выше, и снявъ кожу съ туловища въ области прикрѣпленія передней конечности, я подъ лупою, въ углу дѣленія задней вѣтви n. vagi замѣтилъ пульсацію. При тщательномъ изслѣдованіи этой области я обнаружилъ одинъ пульсирующій пузырекъ, наполненный прозрачной жидкостью — лимфой. Пузырекъ этотъ и есть не что иное, какъ переднее лимфатическое сердце головастика, которое, какъ мы увидимъ далѣе, продолжаетъ существовать также и у взрослой лягушки, развивающейся изъ головастика.

Если случайно задняя вѣтвь n. vagi будетъ смѣщена или удалена, то переднее сердце отыскивается въ углу, образованномъ продольнымъ мышечнымъ слоемъ туловища и передней конечностью.

Переднее лимфатическое сердце головастика представляетъ собою пузырекъ, стѣнки котораго почти не содержатъ пигмента, поэтому пузырекъ этотъ прозраченъ и почти не выдѣляется изъ окружающихъ его тканей, такъ что, если онъ не пульсируетъ, то опредѣлить его положеніе и видѣть его контуры довольно затруднительно.

Для точнаго опредѣленія положенія необходимо освѣщеніе сердца косыми солнечными лучами, при свѣтѣ которыхъ стѣнки пузырька, а слѣдовательно и форма его вполнѣ выдѣляются изъ окружающихъ тканей.

Пульсація сердецъ и ихъ иннервація.

Величина передняго лимфатическаго сердца вдвое больше каждаго задняго; число пульсацій одинаково съ задними и при покойномъ состояніи головастика достигаетъ въ минуту отъ 60 — 70 уд., а при возбужденіи — доходитъ до 120 и болѣе, что я неоднократно наблюдалъ. Снабжаетъ ли сердца нервами боковая вѣтвь n. vagi, проходя очень близко отъ послѣднихъ, неизвѣстно, и мнѣ не удалось прослѣдить нервовъ, идущихъ отъ этой вѣтви къ переднимъ и заднимъ сердцамъ.

При изслѣдованіи нервовъ я окрашивалъ ихъ метиленовой синькой и осьміевой кислотой.

Перерѣзка вѣтвей n. vagi остается безъ вліянія на пульсацію, но пульсація рѣзко

измѣняется вслѣдствіе рефлекса при болевыхъ ощущеніяхъ, напр., при разрѣзѣ кожи или при общемъ возбужденіи головастика.

Судьба лимфатическихъ сердецъ головастика при превращеніи его въ лягушку.

Слѣдя за превращеніемъ головастика въ лягушку, мы можемъ также прослѣдить и судьбу лимфатическихъ сердецъ какъ переднихъ, такъ и заднихъ.

Переднія сердца появляются у головастика въ видѣ одиночнаго пузырька, лежащаго съ каждой стороны туловища тотчасъ позади головы, и покрыты только кожею. При превращеніи головастика въ лягушку все измѣненіе заключается въ томъ, что вырастающая лопатка съ ея мышцами покрываетъ переднее сердце.

Эти переднія сердца слѣдовательно продолжаютъ функціонировать и у взрослой лягушки, не уклоняясь отъ первоначальной формы и не мѣняя мѣстоположенія.

Гораздо большій интересъ представляетъ судьба заднихъ сердецъ. Они помѣщаются у головастика на хвостѣ, который, при превращеніи головастика въ лягушку, атрофируется и совершенно исчезаетъ путемъ разсасыванія. Слѣдя за этимъ постепеннымъ разсасываніемъ, мы увидимъ, что только лимфатическія сердца не подвергаются всасыванію и почти цѣликомъ становятся достояніемъ взрослой лягушки. Въ періодъ разсасыванія хвоста замѣтно вырастаютъ заднія и переднія конечности и постепенно появляются кости и мышцы плечевого и тазоваго поясовъ.

Разсасываніе начинается съ мягкихъ частей, т. е. мышцъ, а затѣмъ хрящевого остова хвоста; сосуды исчезаютъ послѣдними.

Всасываніе начинается, какъ я уже сказалъ, съ мягкихъ и наиболѣе удаленныхъ отъ туловища частей, непосредственно лежащихъ у большихъ сосудовъ, поэтому мягкія части хвоста дѣлятся на членики, лежащіе между межреберными вѣтвями боковой вены.

По мѣрѣ всасыванія, хвостъ укорачивается, межреберныя вены постепенно сближаются между собою и собираются въ сосудистый клубокъ. Въ это время лимфатическія сердца также приближаются другъ къ другу и, постепенно скучиваясь, соприкасаются другъ съ другомъ. Впереди лимфатическихъ сердецъ появляются сѣдалищныя мышцы, а также и вена, соединяющая ихъ съ бедренной веной, и такимъ образомъ сердца начинаютъ занимать то положеніе, какое они имѣютъ и у вполнѣ взрослой лягушки. Число сердецъ обыкновенно уменьшается до трехъ.

Въ періодъ этого преобразованія головастикъ уже вполнѣ походитъ на молодую лягушку, но еще съ хвостомъ, не успѣвшимъ вполнѣ разсосаться. У такой молодой лягушки лимфатическія сердца мы находимъ сидящими на боковой венѣ хвоста, (отъ которой тянется вблизи сердецъ анастомозъ къ бедренной венѣ), настолько близко другъ отъ друга, что они, соприкасаясь, какъ бы сливаются, образуя комокъ, окутанный соединительной тканью.

Разобраться въ этомъ комкѣ съ помощью лупы очень трудно; этому мѣшаетъ соединительная ткань, связывающая другъ съ другомъ микроскопическіе пузырьки, но по мѣрѣ роста лягушки лимфатическія сердца увеличиваются въ объемѣ, и становится возможнымъ прослѣдить ихъ дальнѣйшую судьбу у взрослой лягушки.

Число пузырьковъ, составляющихъ заднее сердце.

При разсматриваніи мы увидимъ, что число этихъ пузырьковъ никогда не превышаетъ трехъ, уменьшается до 2-хъ, иногда до одного. Происходитъ это или отъ атрофіи и полнаго уничтоженія одного или двухъ сердецъ, какъ указываетъ Великій, или вслѣдствіе сліянія пузырьковъ, отчего вмѣсто четырехъ находимъ три, два и одинъ.

Признакомъ сліянія служатъ неполныя перегородки, находящіяся на внутренней поверхности сердецъ, а также неровная наружная поверхность и форма сердецъ.

Лимфатическія сердца взрослой лягушки.

Со времени открытія лимфатическихъ сердецъ Panizza и Müller'омъ макроскопическая анатомія ихъ мало подвинулась впередъ, поэтому и анатомическія описанія почти у всѣхъ авторовъ (Müller, Panizza, Stannius, Ecker, Milne Edwards, Nuhn, Vogt u. Jung Wiedersheim, Gegenbauer, Oehl, Стриккеръ, Овсянниковъ и Лавдовскій, Германъ) однообразны и настолько кратки, что не могутъ дать полнаго и яснаго представленія о лимфатическихъ сердцахъ лягушки.

Съ другой стороны значительно разработано ученіе о тончайшемъ строеніи сердецъ, благодаря работамъ Schiff'a, Waldeyer'a и Ranvier.

Подробно я остановлюсь на работѣ Ranvier, который не только тщательно изучилъ тончайшее строеніе лимфатическихъ сердецъ, но также обратилъ свое вниманіе на макроскопическое устройство и физіологическое отправленіе ихъ, давъ такимъ образомъ наиболѣе обширное и точное описаніе лимфатическихъ сердецъ. Я остановлюсь подробно потому, что свѣдѣнія о лимфатическихъ сердцахъ, данныя Ranvier, настолько цѣнны, что, изложивъ послѣднія и дополнивъ ихъ своими наблюденіями по морфологіи сердецъ, я представлю болѣе полное ученіе объ анатомическомъ строеніи лимфатическихъ сердецъ.

Ranvier говоритъ, что въ корнѣ каждаго члена у батрахій существуетъ лимфатическое сердце или лимфатическій пузырекъ, собирающій лимфу, чтобы вводить ее въ кровеносную систему. Два заднія лимфатическія сердца расположены съ каждой стороны копчиковой кости; они занимаютъ трехугольное пространство, окруженное мускулами: m. ileo-coccygeus, m. coccygofemoralis и m. vastus externus. Это пространство закрыто сверху продолженіемъ апоневроза (aponevrosis ileo-coccygea); снизу оно сообщается съ вицеральной полостью и на этомъ уровнѣ соотвѣтствуетъ подвздошнымъ сосудамъ и сѣдалищному нерву.

Сверху заднія лимфатическія сердца покрыты только апоневрозомъ и кожею, поэтому, особенно у лягушекъ (R. fusca и Hyla arborea), кожа которыхъ очень тонка, ясно видно ихъ біеніе въ указанной области, безъ нарушенія цѣлости животнаго.

Переднія лимфатическія сердца расположены подъ лопаткою, которою они совершенно покрыты, вслѣдствіе чего ихъ біенія не видно черезъ кожу. Чтобы ихъ найти и наблюдать ихъ біеніе, необходимо, обнаживъ лопатку, приподнять ея внутренній край, захвативъ его пинцетомъ, и очистить кость отъ прикрѣпляющихся къ ней мышцъ. Послѣ этого можно видѣть лимфатическое сердце: оно лежитъ надъ поперечнымъ отросткомъ третьяго позвонка и простирается почти до поперечнаго отростка 4-го позвонка; снаружи оно защищено хрящевою аркою, которой оканчивается поперечный отростокъ 3-го позвонка.

Для разсмотрѣнія сердца его нужно налить желатиновою массою и, по охлажденіи ея, отдѣлить сердце съ помощью тонкихъ ножницъ отъ окружающихъ частей, съ которыми оно соединено соединительно тканными связками, многочисленными и устойчивыми.

Когда сердце совершенно отдѣлено, что достигается при большомъ терпѣніи и извѣстномъ навыкѣ, можно точнымъ образомъ изслѣдовать какъ размѣръ его, такъ и внѣшнюю форму.

У батрахій переднее лимфатическое сердце имѣетъ форму правильно-яйцеобразную; впереди отъ него отходитъ венозная вѣтвь, относительно значительнаго діаметра, которая образуетъ для сердца какъ бы удлиненную шейку.

Заднія лимфатическія сердца имѣютъ неправильно-поліэдрическую форму, напоминающую собою бобы. Они сплюснуты сбоку и ихъ большій діаметръ проходитъ сверху внизъ и спереди назадъ.

Раздѣливъ пузырекъ на двѣ части, изучаютъ его внутреннее устройство.

Вообще, полость переднихъ лимфатическихъ сердецъ проста и правильна, а полость заднихъ, напротивъ, раздѣлена неполными перегородками, болѣе или менѣе значительными, болѣе или менѣе многочисленными, ограничивающими камеры, форма и размѣръ которыхъ различны. Эти различія во внутреннемъ строеніи заднихъ лимфатическихъ сердецъ, по сравненію съ передними, поразительны и, чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно разсмотрѣть одновременно два соотвѣтствующія сердца у одного и того же животнаго.

Если теперь съ помощью тонкихъ и острыхъ ножницъ приподнять обрывки стѣнки лимфатическихъ сердецъ, пропитанныхъ азотнокислымъ серебромъ, и разсмотрѣть ихъ, при увеличеніи отъ 150—300 разъ, въ водѣ или глицеринѣ, то увидимъ на внутренней поверхности этихъ сердецъ существованіе характернаго лимфатическаго эндотелія.

Клѣтки, составляющія его, имѣютъ извилистые края и своими зубцами далеко заходятъ одна въ другую.

Подъ эндотеліемъ замѣчаютъ сѣтку изъ поперечно-полосатыхъ мускульныхъ волоконъ, перекладины которыхъ образуютъ неглубокія ячейки.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ существуютъ отверстія простыя или перегороженныя, на краяхъ которыхъ заворачивается эндотелій для того, чтобы продолжаться въ каналы, которые косо пробуравливаютъ стѣнки лимфатическаго сердца. Это и есть тѣ отверстія, черезъ которыя проходитъ лимфа и которыя мы назовемъ лимфатическими порами.

Венозныя отверстія снабжены двумя полулунными клапанами, устроенными такимъ

образомъ, что они мѣшаютъ возврату лимфы и притоку крови въ полости лимфатическихъ сердецъ. Эти клапаны, существованіе которыхъ выяснено Веберомъ у python'a, находятся также и у лягушки и ихъ легко изучить при увеличеніи отъ 50 — 100 разъ, разсматривая препараты, инъецированные желатиной съ argent. nitricum.

Эти клапаны совершенно закрываютъ во время діастолы лимфатическаго сердца отверстіе относящей вены, что можно распознать у живого животнаго по отсутствію крови въ полости этихъ сердецъ, а также при инъецированіи кровеносной системы желатиновою массою.

Дѣйствительно, послѣ полной инъекціи кровеносныхъ сосудовъ лягушки, наполненная выносящая вена оканчивается на уровнѣ лимфатическаго сердца двумя утолщеніями, соотвѣтствующими двумъ полулуннымъ клапанамъ.

При инъекціи лимфатическихъ мѣшковъ наливаются лимфатическія сердца, изъ которыхъ масса проникаетъ въ ихъ выносящія вены, расширяетъ ихъ и распространяется по всей венозной системѣ.

Мускульные пучки лимфатическихъ сердецъ лягушки различнаго размѣра; они соединяются анастомозами, какъ и мускульныя волокна кровеноснаго сердца. Но разсмотрѣть эти анастомозы плохо удается.

Въ то время, какъ у лягушки кровеносное сердце лишено питательныхъ сосудовъ, лимфатическія сердца ея обладаютъ сѣтью волосныхъ кровеносныхъ сосудовъ. Чтобы разсмотрѣть эту сѣть въ подробностяхъ, необходимо наполнить ее окрашенною желатиновою массою; достигается это посредствомъ общей инъекціи кровеносной системы.

Спеціальная функція лимфатическихъ сердецъ нести лимфу въ движущійся кровеносный потокъ. Лимфатическія сердца расположены въ области соединенія большого количества апоневротическихъ листковъ, которые ихъ фиксируютъ и растягиваютъ послѣ того, какъ мускульныя волокна, входящія въ составъ ихъ стѣнокъ, совершивъ систолу, перестаютъ сокращаться. Такимъ образомъ діастола сердецъ пассивна и происходитъ вслѣдствіе эластичности соединительныхъ волоконъ, которыя связываютъ лимфатическія сердца съ сосѣдними частями. Во время расширенія, лимфа проникаетъ въ полость лимфатическихъ сердецъ подобно тому, какъ воздухъ проникаетъ въ раздувательный мѣхъ; лимфа вводится туда черезъ многочисленныя отверстія, испещряющія ихъ стѣнки; отверстія эти извѣстны подъ именемъ лимфатическихъ поръ.

Въ моментъ сжиманія мускульныя волокна, образующія стѣнку лимфатическаго сердца, сокращаются и уменьшаютъ полость этого органа; сжимаясь, эти волокна вполнѣ закрываютъ просвѣтъ лимфатическихъ поръ; полулунные клапаны, занимающіе отверстіе выносящей вены, открываются, и лимфа выбрасывается въ венозную систему. Итакъ, лимфа вводится въ лимфатическія сердца аспираціей и выводится пропульсаціей.

Изъ приведенныхъ выдержекъ видно, что Ranvier даетъ представленіе о функціи и гистологическомъ строеніи лимфатическихъ сердецъ, но мало прибавляетъ къ ихъ макроскопической анатоміи, отчего онъ, найдя неправильно поліэдрическую форму заднихъ сердецъ

и полость ихъ, раздѣленную перегородками на отдѣльныя камеры, только сравниваетъ ихъ строеніе съ передними, выражаетъ свое удивленіе, не давая этому явленію никакого объясненія. Между тѣмъ, какъ мы видѣли изъ наблюденій Великаго, а также ниже увидимъ и изъ моихъ, заднія сердца состоятъ не изъ одного, а нѣсколькихъ скученныхъ пузырьковъ, разсмотрѣть которые въ отдѣльности Ranvier не удалось, и онъ принялъ эти скученные пузырьки за одинъ неправильной формы, раздѣленный перегородками, что и ввело его въ сомнѣніе.

Въ виду того, что одни изъ моихъ наблюденій совпадаютъ съ наблюденіями Ranvier и Великаго, другія противорѣчатъ имъ, а нѣкоторыя не встрѣчаются у названныхъ авторовъ, я постараюсь изложить подробно результаты своихъ наблюденій.

Изслѣдовалъ я взрослыхъ лягушекъ, водящихся въ мѣстныхъ рѣкахъ, грубо анатомическимъ способомъ.

Число пузырьковъ, составляющихъ заднее сердце взрослой лягушки.

Заднія лимфатическія сердца помѣщаются въ трехугольномъ углубленіи, указанномъ Ranvier, и состоятъ большею частію изъ двухъ пузырьковъ, рѣже изъ трехъ и наиболѣе рѣдко изъ одного пузырька. У одной и той же особи мы найдемъ иногда на одной сторонѣ заднее сердце, состоящее изъ одного пузырька, а на другой сторонѣ изъ трехъ, или на одной сторонѣ изъ двухъ, а на другой изъ трехъ. Случается, что заднія сердца обѣихъ сторонъ, т. е. правой и лѣвой, бываютъ подобны, но большею частію различны.

Теперь постараюсь разъяснить причины неравнаго количества пузырьковъ, составляющихъ лимфатическое сердце. Изъ предыдущей главы мы знаемъ, что на хвостѣ у головастика имѣется четыре лимфатическихъ пузырька, которые, при превращеніи головастика въ лягушку, продолжаютъ свое существованіе, съ нѣкоторыми измѣненіями.

Измѣненія эти состоятъ въ слѣдующемъ — при превращеніи головастика въ лягушку лимфатическіе пузырьки могутъ сливаться и число ихъ уменьшается до трехъ, въ чемъ можно легко убѣдиться, находя заднія сердца взрослой лягушки, состоящія изъ двухъ пузырьковъ правильной формы и третьяго, представляющаго неполное сліяніе двухъ другихъ.

Если заднее сердце лягушки состоитъ изъ двухъ пузырьковъ, то такая форма происходитъ, по моему мнѣнію, путемъ сліянія или черезъ атрофію двухъ сердецъ, на что указывалъ Великій. Въ томъ случаѣ, когда сердце состоитъ изъ одного пузырька, въ образованіи этой формы играютъ повидимому роль обѣ причины—и атрофія и сліяніе. Значительная величина такого сердца, неправильная форма и находящіяся внутри небольшія перегородки указываютъ на происхожденіе такого пузырька изъ нѣсколькихъ.

Наполнивъ инъекціонной массой вену, относящую лимфу въ бедряную вену, я нашелъ, что она имѣетъ столько вѣтвей, сколько пузырьковъ входитъ въ составъ задняго сердца, т. е. при двухъ пузырькахъ — два венозные корешка, при трехъ — три, а не два, какъ утверждаетъ Великій, говоря, что одинъ изъ трехъ пузырьковъ остается не соединеннымъ съ веной и поэтому не функціонируетъ; по моимъ наблюденіямъ всѣ три функціонируютъ.

Клапанъ и отверстія лимфатическаго пузырька.

Венозные корешки, отходящіе отъ пузырьковъ, будучи наполнены инъекціонной массой, имѣютъ у самыхъ пузырьковъ вздутія, характерныя для полулунныхъ клапановъ (см. рис. 2). Вскрывъ пузырекъ и наблюдая черезъ его полость въ лупу выходящее отверстіе, можно

убѣдиться въ существованіи двухъ полулунныхъ клапановъ (см. рис. 4), что доказывалъ Ranvier. Великій отрицаетъ это, утверждая, что роль клапановъ играетъ часть стѣнки лимфатическаго сердца, лишенная мышцъ и выпяченная въ видѣ конуса въ просвѣтъ вены. На верхушкѣ конуса находится отверстіе, допускающее токъ лимфы въ вену, но не обратно.

Относительно входныхъ отверстій, находящихся въ каждомъ пузырькѣ, я пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ: каждый пузырекъ снабженъ двумя или тремя входными отверстіями, находящимися въ задней части пузырька, между утолщенными мышечными трабекулами и на поверхности, обращенной въ брюшную полость. Отверстія эти или щели настолько велики, что мнѣ постоянно удавалось проводить черезъ нихъ человѣческій волосъ; клапановъ у этихъ отверстій я не находилъ. Ranvier находилъ много отверстій и назвалъ ихъ лимфатическими порами, пробуравливающими косо стѣнку пузырька, но не имѣющими клапановъ.

Великій, не упоминая о числѣ входныхъ отверстій, утверждаетъ существованіе при нихъ клапановъ, подобныхъ тѣмъ, какіе онъ наблюдалъ у выходныхъ отверстій въ вену.

Входныя отверстія открыты во время діастолы, когда мышечныя трабекулы удалены другъ отъ друга, но во время систолы, когда трабекулы соприкасаются другъ съ другомъ, они закрыты. Чтобы закончить съ анатомическимъ описаніемъ сердецъ, я скажу нѣсколько словъ о фасціяхъ, покрывающихъ пузырьки сверху и снизу и плотно соединенныхъ со стѣнками пузырьковъ на мѣстѣ соприкосновенія.

Фасціи, покрывающія лимфатическія сердца.

Съ дорзальной поверхности пузырьки покрыты фасціей, натянутой надъ трехугольнымъ пространствомъ, въ которомъ помѣщаются сердца. Въ этой фасціи находится нѣсколько отверстій, допускающихъ притокъ лимфы къ пузырькамъ изъ большого подкожнаго спинного лимфатическаго мѣшка. Въ фасціи, покрывающей поверхность пузырьковъ, со стороны брюшной полости также находится отверстіе, допускающее притокъ лимфы изъ большой забрюшной цистерны. Фасціи оставляютъ непокрытыми заднія части пузырьковъ, омываемыхъ лимфой, притекающей изъ заднихъ конечностей. Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что фасціи не мѣшаютъ притоку лимфы къ пузырькамъ.

Указанныя фасціи во время діастолы растягиваютъ пузырьки и такимъ образомъ накачиваютъ лимфу въ полость сердца. Систолы же, говоритъ Германъ, происходятъ оттого, что сердца, окруженныя не непрерывнымъ, но сѣтеобразно распространяющимся слоемъ поперечно полосатыхъ мышцъ, могутъ укорачиваться въ направленіи волоконъ, т. е. въ каждомъ направленіи, и такимъ образомъ могутъ оказывать давленіе на содержимое.

Переднія лимфатическія сердца.

Къ описанію переднихъ сердецъ Ranvier я прибавлю слѣдующее: передняя часть лимфатическаго сердца прикрѣплена къ поперечному отростку 3-го позвонка: большая задняя часть лежитъ въ промежуткѣ между поперечными отростками 3-го и 4-го позвонковъ и обращена своею вентральною поверхностью къ брюшной полости.

Вентральная и дорзальная поверхности сердца покрыты фасціями, которыя плотно прикрѣпляются къ стѣнкамъ пузырька и къ окружающимъ частямъ и задерживаютъ пузырекъ въ растянутомъ состояніи подобно тому, какъ это описано для задняго сердца.

Фасція, покрывая вентральную поверхность сердца, оставляетъ непокрытой часть стѣнки, лежащей у внутренняго конца поперечнаго отростка третьяго позвонка. Въ этой непокрытой части сердца всегда находятся одно или два отверстія, свободно пропускающія человѣческій волосъ. Такія же входныя отверстія находятся на боковой и задней поверхностяхъ, также не покрытыхъ фасціей и доступныхъ для притока лимфы (см. рис. 3 и 4). Къ переднему сердцу лимфа течетъ изъ большой лимфатической полости, лежащей подъ лопаткой; полость эта получаетъ лимфу со всѣхъ лимфатическихъ мѣшковъ, въ чемъ легко убѣдиться, введя въ любой лимфатическій мѣшокъ живой лягушки жидкую тушь. Черезъ короткій промежутокъ времени (отъ 5 — 15 минутъ), приподнявъ внутренній край лопатки, можно убѣдиться, что тушь наполнила лимфатическую полость, откуда и поступаетъ уже въ лимфатическое сердце; такимъ же путемъ поступаетъ въ сердце и лимфа.

Интересенъ тотъ фактъ, что тушь, введенная въ заднюю конечность лягушки, очень скоро достигаетъ передняго сердца, тогда какъ тушь, введенная въ переднюю конечность и переднюю часть туловища не достигаетъ задняго сердца.

Объемъ передняго сердца больше задняго, отчего и анатомическое устройство его болѣе доступно для изученія; такъ, напримѣръ, на переднемъ сердцѣ полулунные клапаны на выходномъ отверстіи, а также и выходныя отверстія легче наблюдать, чѣмъ на заднемъ.

Методъ изслѣдованія лимфатическихъ сердецъ.

Чтобы налить вены, выходящія изъ сердца и относящія лимфу въ общій венозный потокъ, требуется нѣкоторая опытность въ виду того, что на мѣстѣ впаденія ихъ въ крупные венозные стволы находятся клапаны. Такъ на венѣ, относящей лимфу изъ передняго сердца и впадающей въ яремную вену, полулунные клапаны находятся при ея впаденіи въ послѣднюю; то же самое наблюдается на мѣстѣ впаденія въ бедренную вену венознаго стволика, относящаго лимфу изъ заднихъ сердецъ въ бедренную вену.

Относящія вены обыкновенно не наливаются при общей инъекціи венозной системы (хотя Ranvier утверждаетъ обратное); вслѣдствіе незначительнаго калибра этихъ сосудовъ инъецировать непосредственно ихъ почти невозможно, такъ какъ трудно ввести въ ихъ просвѣтъ канюлю, а поэтому я инъецировалъ отдѣльно бедренную и яремную вены, откуда масса проникаетъ въ эти венозные стволики. Инъекцію я производилъ слѣдующимъ образомъ: перевязавъ яремную и бедренную вены выше впаденія въ нихъ венозныхъ стволиковъ, приносящихъ лимфу изъ лимфатическихъ сердецъ, я нагнеталъ шприцемъ желатинную массу [1])

1) Желатиновая масса приготовлялась слѣдующимъ образомъ: 4 листка бѣлой желатины распускались въ стаканѣ горячей воды и прибавлялось жидкой акварельной краски, и масса готова.

въ бедреную и яремную вены и настолько растянулъ ихъ стѣнки, что полулунные клапаны, находящіеся на мѣстѣ впаденія боковыхъ стволиковъ, становились недостаточными и масса наполняла вены, выходящія изъ лимфатическихъ сердецъ.

Болѣе трудна препаровка сердецъ, въ особенности заднихъ. Чтобы освободить сердца отъ окружающихъ тканей и представить ихъ въ видѣ свободныхъ пузырьковъ, требуется большой навыкъ и осторожность, потому что пузырьки весьма незначительной величины и покрыты плотной фасціей, сращенной съ ними довольно крѣпко.

Препаровка оказывается наиболѣе удачной, когда ее совершаютъ при хорошемъ освѣщеніе подъ лупой, когда объектъ изслѣдованія находится подъ водою. Задача еще болѣе облегчается, если изслѣдуютъ отдѣленную часть лягушки, при чемъ эту часть растягиваютъ, прикалывая ее булавками, напримѣръ, къ воску.

При моихъ изслѣдованіяхъ заднихъ сердецъ обыкновенно я отсѣкалъ ножницами конецъ копчиковой кости вмѣстѣ съ треугольными пространствами, въ которыхъ находятся заднія лимфатическія сердца, и, растянувъ подъ водой, при помощи булавокъ, расщипывалъ пинцетомъ и иглою соединительную ткань, при чемъ постепенно освобождались стѣнки пузырьковъ и относящія лимфу венозные стволики, съ характерными вздутіями на мѣстѣ полулунныхъ клапановъ, у самаго сердца. При изслѣдованіи передняго сердца я поступалъ такимъ образомъ: приподнявъ и удаливъ вмѣстѣ съ мышцами внутренній или задній край лопатки, я находилъ сердце, покрытое фасціей, затѣмъ отсѣкалъ ножницами поперечный отростокъ третьяго позвонка, на которомъ помѣщается сердце, послѣ чего кусокъ поперечнаго отростка вмѣстѣ съ сердцемъ помѣщалъ, какъ сказано выше, подъ водою и находилъ легко, на непокрытыхъ фасціей мѣстахъ, входныя отверстія.

Подсерозные лимфатическіе сосуды желудка лягушки.

Профессору Langer'у въ 1866 году удалось налить лимфатическіе сосуды тонкихъ и толстыхъ кишекъ лягушки, нагнетая въ забрюшинный мѣшокъ растворимыя и нерастворимыя въ водѣ красящія вещества, но не удалось налить лимфатическихъ сосудовъ желудка, хотя онъ и стремился къ этому, производя паренхиматозную инъекцію въ толщу стѣнки желудка; попытки эти были неудачны, и масса наполняла только вены. Послѣ Langer'а въ этомъ направленіи не было сдѣлано ни одной работы, и можно думать, что сосуды желудка досихъ поръ не обслѣдованы.

Я занялся изслѣдованіемъ лимфатическихъ сосудовъ желудка лягушки, употребляя слѣдующіе пріемы: вводя осторожно иглу подъ серозную оболочку желудка, я дѣлалъ, обыкновеннымъ для подкожной инъекціи шприцемъ, паренхиматозныя впрыскиванія жидкой туши. Лимфатическіе сосуды наливались подъ сильнымъ давленіемъ, но только въ томъ случаѣ, когда кровеносные сосуды не были повреждены иглой; при поврежденіи же ихъ,

тушь, не проникая въ лимфатическіе сосуды, легко наполняла кровеносные, и инъекція лимфатическихъ сосудовъ не удавалась.

Поступая вышеуказаннымъ способомъ, мнѣ удалось налить подсерозные лимфатическіе сосуды желудка лягушки, изъ которыхъ одни впадали въ лимфатическій мѣшокъ, окружающій пищеводъ, а другіе — въ отростокъ забрюшиннаго лимфатическаго мѣшка, служащаго футляромъ для кровеносныхъ сосудовъ, идущихъ къ желудку (см. рис. 5 (d. e.)).

Доказательствомъ того, что лимфатическіе сосуды налитые мною принадлежатъ только серозной и подсерозной ткани желудка, служатъ микрофотографическіе снимки этихъ сосудовъ съ препаратовъ, приготовленныхъ слѣдующимъ образомъ: отдѣливъ отъ мышечной ткани серозную оболочку, просвѣтливъ ее въ глицеринѣ, я приготовлялъ изъ нея микроскопическій препаратъ, который и фотографировалъ. Изслѣдуя такіе препараты подъ микроскопомъ, можно убѣдиться въ томъ, что налитые сосуды дѣйствительно лимфатическіе, по слѣдующимъ признакамъ: 1) на препаратахъ кромѣ лимфатической сѣти весьма часто можно видѣть венозные стволики, наполненные кровью, и просвѣты артеріальныхъ стволиковъ, съ прилежащими къ его стѣнкамъ двумя лимфатическими сосудами на подобіе 2-хъ венъ, сопровождающихъ артеріи у человѣка (см. фот. сн. 2); 2) еще яснѣе можно доказать это на препаратахъ, на которыхъ кровеносные сосуды налиты желатиновой массой, а лимфатическіе тушью, и 3) при инъекціи лимфатическихъ сосудовъ 2% растворомъ азотнокислаго серебра, когда ясно видно, что стѣнки этихъ сосудовъ состоятъ изъ эндотелія, характернаго для лимфатическихъ сосудовъ.

Лимфатическіе сосуды, впадающіе въ мѣшокъ, окружающій пищеводъ, представляютъ большой интересъ въ томъ отношеніи, что у лягушки они являются наиболѣе обособленными отъ кровеносныхъ и поэтому наиболѣе самостоятельными и довольно значительными по своей величинѣ.

Расположеніе этихъ сосудовъ и сѣть, образуемая ими (см. фот. сн. рис. 7), значительно отличаются отъ лимфатическихъ сосудовъ, лежащихъ въ отдаленіи отъ мѣшка, окружающаго пищеводъ, и впадающихъ въ лимфатическіе футляры, окружающіе кровеносные сосуды желудка (См. фот. сн. рис. 8).

Сравнивая строеніе сѣти лимфатическихъ сосудовъ, впадающихъ въ лимфатическій мѣшокъ пищевода и удаленныхъ отъ него, мы замѣтимъ, что послѣдніе имѣютъ болѣе правильную форму и строго слѣдуютъ распредѣленію петель кровеносныхъ сосудовъ; одиночный лимфатическій капилляръ лежитъ рядомъ съ кровеноснымъ капилляромъ; петли, образуемыя капилярами, имѣютъ форму прямоугольниковъ, продольный размѣръ которыхъ совпадаетъ съ продольнымъ размѣромъ желудка; капилляры сливаются въ болѣе крупные стволы, которые въ числѣ двухъ сопровождаютъ артеріальный стволикъ, подобно двумъ венамъ у человѣка, и впадаютъ въ лимфатическій отростокъ забрюшиннаго мѣшка, который въ видѣ лимфатическаго футляра тянется до желудка, окружая кровеносные сосуды послѣдняго (См. рис. 5).

Расположеніе удаленныхъ подсерозныхъ сосудовъ и строеніе ихъ сѣти ничѣмъ не

отличается отъ сосудовъ, найденныхъ Langer'омъ на тонкихъ кишкахъ, что я выяснилъ паренхиматозной инъекціей лимфатическихъ сосудовъ тонкихъ кишекъ тушью.

Мѣшокъ пищевода.

Въ заключеніе скажу нѣсколько словъ о лимфатическихъ мѣшкахъ, въ которые изливаются лимфатическіе сосуды кишечнаго канала (см. рис. 5, *a. b.*). Мѣшокъ, окружающій пищеводъ и входную часть желудка, имѣетъ весьма тонкія стѣнки, плотно прилежащія къ пищеводу и входной части желудка, отчего при изслѣдованіи простымъ глазомъ, мѣшокъ не виденъ.

Наполнивъ мѣшокъ массою (для чего въ полость мѣшка вводятъ иглу черезъ стѣнку желудка), можно изучить его форму, мѣсто прикрѣпленія и объемъ, а также и убѣдиться, что онъ сообщается съ забрюшиннымъ мѣшкомъ при помощи лимфатическихъ футляровъ, окружающихъ артеріальныя вѣтви, идущія отъ чревной артеріи къ пищеводу.

Забрюшинный мѣшокъ.

Забрюшинный мѣшокъ есть не что иное, какъ полость между двумя расходящимися листками корня брыжейки. Полость эта тянется вдоль позвоночнаго столба и заключаетъ въ себѣ на всемъ протяженіи аорту съ ея вѣтвями, идущими къ брюшнымъ органамъ. Въ нормальномъ состояніи стѣнки этого мѣшка — листки брюшины — плотно соприкасаются между собою и съ позвоночнымъ столбомъ, поэтому полости, въ буквальномъ значеніи этого слова, нѣтъ.

Лимфа течетъ по тѣмъ углубленіямъ, которыя остаются въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, при соприкосновеніи листковъ брюшины. Наполнивъ этотъ мѣшокъ массой, можно изучить его границы, форму и его соотношеніе съ другими лимфатическими полостями.

Инъецируя забрюшинный мѣшокъ, можно видѣть, что его полость соприкасается съ прямой и двѣнадцатиперстной кишкой и далеко отстоитъ отъ тонкихъ кишокъ и желудка (см. рис. I, *a.*) Къ тонкой кишкѣ забрюшинный мѣшокъ посылаетъ отростки въ видѣ трубокъ, расходящихся лучами; число отростковъ соотвѣтствуетъ числу крупныхъ стволовъ кровеносныхъ сосудовъ, идущихъ къ тонкимъ кишкамъ, для которыхъ отростки забрюшиннаго мѣшка служатъ лимфатическими футлярами.

Кровеносные сосуды, подойдя къ тонкой кишкѣ, анастомозируютъ между собою, образуя аркады, лежащія вдоль тонкой кишки; послѣднія также окружены лимфатическимъ футляромъ, который также тянется вдоль тонкой кишки; этотъ футляръ Langer назвалъ продольнымъ синусомъ.

Вышеуказанные отростки забрюшиннаго мѣшка впадаютъ въ продольный синусъ, въ который въ свою очередь впадаютъ лимфатическіе сосуды тонкихъ кишокъ.

Къ желудку забрюшинный мѣшокъ посылаетъ большой отростокъ, заключающій кровеносные сосуды желудка и сообщающійся съ лимфатическимъ мѣшкомъ, окружающимъ пищеводъ; на этомъ отросткѣ лежитъ поджелудочная железа. Забрюшинный мѣшокъ даетъ еще одинъ большой отростокъ, который тянется къ печени, содержа ея кровеносные сосуды.

Инъецируя забрюшинный мѣшокъ, можно видѣть, что мочеполовые органы и селезенка прикрѣплены къ листкамъ брюшины, которые при наполненіи мѣшка отодвигаются отъ стѣнки брюшной полости. Слѣдовательно, границы мѣшка лежатъ кнаружи отъ почекъ,

тамъ, гдѣ паріэтальные листки брюшины сростаются съ брюшными мускулами, покрывая послѣдніе.

Съ помощью инъекціи можно убѣдиться, что изъ забрюшиннаго мѣшка масса проникаетъ только въ подлопаточную лимфатическую полость и отсюда къ переднимъ лимфатическимъ сердцамъ, не проникая въ другія сосѣднія лимфатическія полости, на границѣ которыхъ находится множество перемычекъ, играющихъ роль клапановъ.

Введя небольшое количество туши въ лимфатическій мѣшокъ пищевода, можно легко наблюдать постепенный переходъ ея по периваскулярному пространству въ большой забрюшинный мѣшокъ. Вслѣдствіе скорости теченія лимфы тушь довольно быстро исчезаетъ изъ пищеводнаго мѣшка и переносится лимфатическими сердцами въ кровеносную систему.

Подсерозные лимфатическіе сосуды пищеварительной трубки состоятъ изъ эндотелія и лежатъ рядомъ съ кровеносными сосудами, что указано выше. Подобное расположеніе приводитъ на мысль, что пульсація артеріальныхъ сосудовъ должна играть нѣкоторую роль въ движеніи лимфы, а именно: расширеніе артеріи выжимаетъ лимфу изъ лимфатическихъ сосудовъ въ мѣшки, а спаденіе — присасываетъ лимфу изъ тканей въ эти сосуды.

Лимфатическая система ящерицы (lacerta viridis).

Разсмотрѣвъ лимфатическую систему лягушки и ящерицы, мы найдемъ, что главное и существенное отличіе въ лимфатической системѣ этихъ животныхъ заключается въ томъ, что у ящерицы нѣтъ переднихъ лимфатическихъ сердецъ, вмѣсто которыхъ существуютъ *особые лимфатическіе шейные мѣшки*. Въ остальномъ лимфатическая система у этихъ представителей амфибіи и рептилій почти сходна. Лимфатическая система лягушки выше была подробно изложена, поэтому въ этой главѣ мы укажемъ, въ чемъ именно заключается отличіе лимфатической системы ящерицы.

У ящерицы, такъ же какъ и у лягушки, переходъ лимфы въ вены происходитъ въ четырехъ мѣстахъ. Лимфа задней части тѣла переходитъ въ хвостовыя вены, при помощи двухъ лимфатическихъ сердецъ, помѣщающихся въ углубленіи, образованномъ тазовыми костями съ каждой стороны тѣла. Лимфатическое сердце легко найти, такъ какъ оно покрыто только кожей и фасціей. Удаливъ складки кожи и фасція на мѣстѣ сліянія хвоста съ задней конечностью, мы откроемъ три сухожилія мышцъ, прикрѣпляющихся къ тазовой кости. Эти сухожилія служатъ вѣрнымъ руководителемъ при отыскиваніи лимфатическихъ сердецъ (См. рис. 6). Лимфатическое сердце помѣщается подъ двумя задними, болѣе тонкими сухожиліями и сращено съ послѣдними, имѣющими значеніе для діастолы сердца такое же, какое имѣетъ у лягушки фасція, покрывающая сердца, а именно: во время систолы лимфатическій пузырекъ, сокращаясь, тянетъ за собою сухожиліе, которое въ силу упругости стремится принять свое прежнее положеніе, лишь только кончается систола, и въ свою очередь растягиваетъ стѣнки пузырька, образуя такимъ образомъ діастолу. Открывъ сухожилія,

мы найдемъ подъ ними углубленіе, наполненное прозрачной жидкостью. Среди этой прозрачной жидкости находится лимфатическое сердце, которое при обыкновенныхъ условіяхъ не видно.

При моихъ изслѣдованіяхъ, я наполнялъ его жидкой китайской тушью, что легко удавалось, дѣлая паренхиматозную инъекцію туши въ толщу хвоста и затѣмъ массируя по направленію къ туловищу. Инъецированное сердце имѣетъ шарообразную форму; величина его — меньше булавочной головки; отъ его передней периферіи отходитъ довольно широкій выводной протокъ, впадающій въ хвостовую вену. Почти всегда удавалось прослѣдить лимфатическій сосудъ, идущій отъ задней периферіи до перваго хвостового позвонка, — сосудъ, приносящій лимфу къ сердцу. У лягушекъ подобнаго сосуда нѣтъ и лимфа течетъ черезъ поры, находящіяся въ стѣнкахъ сердца. Подобныхъ поръ въ стѣнкѣ лимфатическаго сердца ящерицы я не видѣлъ, между тѣмъ сердце лежитъ въ углубленіи, омываемомъ лимфой, подобно тому, какъ и у лягушекъ. Такимъ образомъ, мнѣ не удалось рѣшить вопроса: вливается ли лимфа въ сердце только черезъ приносящій лимфатическій сосудъ или, сверхъ того, въ стѣнкахъ его имѣются поры, прослѣдить которыя не удается.

Лимфатическая система брюшной полости ящерицы почти тождественна съ такою же системой лягушки, такъ какъ отличіе заключается въ томъ, что у ящерицъ нѣтъ мѣшка, окружающаго пищеводъ. Послѣдній прилежитъ непосредственно къ большому забрюшинному мѣшку, подобно прямой кишкѣ. Лимфатическіе сосуды толстой кишки и пищевода впадаютъ непосредственно въ большой забрюшинный мѣшокъ, а лимфатическіе сосуды желудка и тонкихъ кишекъ въ периваскулярныя пространства — отростки забрюшиннаго мѣшка, окружающіе кровеносные сосуды, идущіе къ желудку и тонкимъ кишкамъ (см. рис. 6).

Забрюшинный мѣшокъ, окружая аорту, достигаетъ шеи и здѣсь расщепляется на два отростка, соотвѣтственно правой и лѣвой аортѣ. Шейные отростки забрюшиннаго мѣшка оканчиваются особыми расширеніями яйцевидной формы, которыя лежатъ впереди предсердій и кнутри отъ яремныхъ венъ, съ которыми они сообщаются. Эти яйцевидныя расширенія, которыя мы назовемъ шейными лимфатическими мѣшками, служатъ для передачи лимфы въ кровеносную систему, замѣняя собою переднія лимфатическія сердца. Эти шейные мѣшки сращены съ дорзальной стороны съ начальными аортами, а съ вентральной — съ шейными мышцами. Стѣнки ихъ не содержатъ мышечныхъ волоконъ, поэтому сокращаться или пульсировать онѣ не могутъ. Переходъ лимфы въ вены изъ этихъ мѣшковъ можно объяснить такимъ образомъ: лимфатическіе мѣшки сращены съ одной стороны съ начальными аортами, а съ другой — съ шейными мышцами — органами, постоянно измѣняющими свой объемъ, слѣдовательно, мѣшки также должны измѣнять свой объемъ, т. е. пассивно сжиматься и расширяться.

На мѣстѣ сообщенія мѣшковъ съ яремными венами находятся полулунные клапаны, допускающіе истеченіе лимфы въ кровь, но не обратно. Итакъ, движеніе лимфы происхо-

дитъ главнымъ образомъ въ зависимости отъ сокращенія шейныхъ мышцъ во время дыханія.

Препаровка шейныхъ мѣшковъ требуетъ навыка, ибо стѣнки ихъ тонки и мало замѣтны, благодаря прозрачному содержимому. Они легко наливаются желатиновой массой изъ большого забрюшиннаго мѣшка. Изслѣдованіе налитыхъ массой мѣшковъ не представляетъ затрудненій и тогда можно убѣдиться, что они сообщаются между собою при помощи мѣшка окружающаго щитовидную железу, а также сообщаются съ лимфатическими синусами, лежащими кнаружи отъ яремныхъ венъ и несущихъ лимфу головы.

Подводя итогъ нашей работѣ, можно сказать слѣдующее:

1) У головастика имѣются *десять* лимфатическихъ пузырьковъ — два переднихъ и восемь заднихъ.

2) У взрослыхъ лягушекъ заднія лимфатическія сердца состоятъ обыкновенно изъ *двухъ* или *трехъ* пузырьковъ.

3) У лягушекъ и ящерицъ стѣнки пищеварительнаго канала имѣютъ лимфатическіе капиллярные сосуды, состоящіе изъ эндотеліальныхъ трубокъ.

4) У лягушекъ истеченіе лимфы происходитъ исключительно благодаря работѣ лимфатическихъ сердецъ.

5) У ящерицъ переднія лимфатическія сердца замѣняются непульсирующими мѣшками, изъ которыхъ истеченіе лимфы происходитъ, какъ и у высшихъ животныхъ, благодаря побочнымъ причинамъ, и зависитъ главнымъ образомъ отъ сокращенія дыхательныхъ мышцъ и пульсаціи начальныхъ аортъ.

Заканчивая свою работу, считаю пріятнымъ для себя долгомъ принести мою искреннюю благодарность глубокоуважаемому профессору Алексѣю Константиновичу Бѣлоусову за предложенную тему, за его просвѣщенное руководство при ея выполненіи, а также за художественное исполненіе рисунковъ съ моихъ препаратовъ.

ЛИТЕРАТУРА.

Вл. Великій. Дополненія къ изслѣдованіямъ лимфатическихъ сердецъ и сосудовъ нѣкоторыхъ представителей амфибій. Приложеніе къ LIX-му тому Записокъ Императорской Академіи Наукъ.

Müller. Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1834.

Panniza. Sopra il sistema linfatica dei Rettili richerche zootomiche. Pavia. 1833.

Weber. Müller's Archiv. 1835.

Stannius. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 1854.

Ecker. Die Anatomie des Frosches. 1881.

Milne Edwars. Leçons sur physiologie. 1859.

Nuhn. Lehrbuch der vergleich. Anatomie. 1878.

Leydig. Lehrbuch der Histologie.

Fogt u. Jung. Pract. vergleich. Anatomie. Bd. II.

Oehl. Archives Italiennes de Biologie. 1892.

Лавдовскій и Овсянниковъ. Основанія микроскопической анатоміи. 1888.

Германъ. Руководство къ физіологіи. 1887 г., т. 5, ч. II.

Стриккеръ. Руководство къ ученію о тканяхъ чел. и животн. 1873 г.

Gegenbauer. Vergleich. Anatomie d. Wirbelth. 1901. Bd. II.

Wiedersheim. Vergleich. Anatomie d. Wirbelth. 1902.

Schiff. Zeitschr. f. rat. Med. IX. 1850.

Waldeier. Zeitschrif. f. rat. Med. XXI. 1864.

Ranvier. Technisches Lehrbuch der Histologie. 1877.

Langer. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie der Wissensch. T. 53. I Abth., T. 55. und T. 55.

ОБЪЯСНЕНІЕ РИСУНКОВЪ.

Головастикъ, у котораго кожа снята съ боковой поверхности туловища и хвоста; видны пять лимфатическихъ сердецъ въ видѣ пузырьковъ. Переднее сердце — въ углу, образованномъ мышечнымъ слоемъ туловища и передней конечностью; четыре заднихъ пигментированныхъ — на хвостовой венѣ. Вблизи лимфатическихъ сердецъ проходитъ отъ головы къ хвосту задняя вѣтвь n. vagi. Рис. № 1.

Лимфатическія сердца взрослой лягушки: 1) переднее лѣвое, 2) заднія лѣвыя, 3) вены, со вздутіями на мѣстѣ полулунныхъ клапановъ, отводящія лимфу. Рис. № 2.

Сердца правой стороны покрыты фасціями

а) plexus brachialis, b) art. subclavia, c) перегородка между подкожными мѣшками — спиннымъ и бедра; лимфатическій каналъ между мышцами бедра, d) v. femoralis, e) почка. Рис. № 2.

Лѣвое переднее лимфатическое сердце лягушки, лежащее на поперечномъ отросткѣ третьяго позвонка, съ тремя входными отверстіями и веной, относящей лимфу. Рис. № 3.

Переднее лимфатическое сердце лягушки вскрытое; на выходномъ отверстіи въ вену видны два полулунныхъ клапана. Рис. № 4.

Лягушка: а) забрюшинный лимфатическій мѣшокъ съ его отростками, образующими лимфатическіе футляры (*cc*) для артерій, идущихъ къ желудку и кишкамъ; *b*) лимфатическій мѣшокъ, окружающій пищеводъ и принимающій близлежащіе подсерозные лимфатическіе сосуды (*d*) желудка; вторая часть лимфатическихъ сосудовъ (*e*) желудка сопровождаетъ артеріи двумя стволиками, впадающими въ лимфатическіе футляры; *p*) футляръ для воротной вены; x) почка, t) брюшная аорта видна въ отверстіи, сдѣланномъ въ забрюшинномъ мѣшкѣ. Рис. № 5.

Лимфатическая система ящерицы: 1) Лимфатическое сердце, лежащее въ углубленіи между двумя сухожиліями, прикрѣпляющимися къ тазовой кости. 2) Забрюшинный лимфатическій мѣшокъ съ его отростками, идущими къ тонкой кишкѣ и желудку въ видѣ лимфатическихъ футляровъ вокругъ кровеносныхъ сосудовъ. 3) Шейные лимфатическіе мѣшки, лежащіе на дугахъ первичныхъ аортъ впереди предсердія и кнутри отъ яремныхъ венъ. 4) Лимфатическій синусъ, вмѣщающій щитовидную железу. 5) Первичныя аорты. 6) яремная вена. 7) Пищеводъ. 8) Желудокъ. 9) Толстая кишка. Рис. № 6.

Микро-фотографическій снимокъ; ув. 60. Инъекція тушью. Подсерозные лимфатическіе сосуды желудка, впадающіе въ синусъ — окружающій пищеводъ; эти сосуды на рис. 5-мъ обозначены буквой *d*. Рис. № 7.

Рис. № 8. Микро-фотографическій снимокъ; ув. 60. Инъекція тушью. Подсерозная сѣть лимфатическихъ сосудовъ желудка лягушки вблизи его выхода. Продольный размѣръ петель соотвѣтствуетъ продольному размѣру желудка. Бѣлыя полосы — просвѣты артеріальныхъ стволиковъ. Черные контуры этихъ полосъ — два лифматическихъ сосуда прилежащихъ къ стѣнкамъ артеріи.



Т-во Голике и Вильборгъ

